Dr LJUDEVIT ŠPLAIT

OSNOVI KINEMATOGRAFIJE

ZA KINO-VLASNIKE, KINO-OPERATERE I KINO-AMATERE

SA 173 SLIKE

ZAGREB
NAKLADA PISCA / TISAK „TIPOGRAFIJE" D. D.

16272

POUZDANI I ŠTEDLJIVI SU

CONRADTY-KINO-UGLJENI

Upotrebljavajte u lučnicama sa zrcalom

kod istosmjerne struje

KINO-NORIS kod normalnog opterećenja
NORIS-JUWEL kod velikog opterećenja

Kod izmjenične struje

NORIS-CHROMO briljantno bijeli

Kod svjetiljke velikog intenziteta

CHROMO - INTEZIV — NUNEGA

Svi **CONRADTY** kino-ugljeni su iskušani i uvijek pouzdani.

ZATRAŽITE POKUSNU POŠILJKU

Šaljemo Vam besplatno kao uzorak najnoviji proizvod.

NORIS K. D.

ZAGREB, Ulica Kraljice Marije 21
BEOGRAD, Ulica Cara Lazara 10.

DR. LJUDEVIT ŠPLAIT

OSNOVI KINEMATOGRAFIJE

ZA KINO-VLASNIKE, KINO-OPERATERE I KINO-AMATERE

SA 173 SLIKE

ZAGREB

NAKLADA PISCA / TISAK „TIPOGRAFIJE" D. D.

PREDGOVOR.

Ova je knjiga namijenjena u prvome redu kinooperateru, da upotpuni svoje znanje i upozna najnovije tekovine kinotehnike, a napose onima, koji se spremaju na ispit za osposobljenje. Kod sastava ove knjige i izbora materijala, koji sam u njoj obradio mnogo mi je pomoglo dugogodišnje iskustvo, koje sam stekao kao član ispitne komisije za osposobljenje kinooperatera u Savskoj banovini.

Osim toga naći će u knjizi mnogo vrijednoga i kinovlasnik, koji se želi uputiti u ono područje tehnike na kojem radi.

Kinoamater naći će u knjizi također mnogo toga, što će moći korisno upotrebiti i kod snimanja i kod projiciranja svojih filmova.

Moram naglasiti, da su u knjizi spomenuti samo principi pa da zato nije bilo moguće opisati sve projektore, koji se danas u praksi upotrebljavaju i sve amaterske kamere za snimanje. Oni aparati, koji su prikazani u knjizi služe prema tome samo kao primjer i time nije rečeno, da i drugi proizvodi nisu isto tako vrijedni.

Uvjeren sam, da ovaj prvi pokušaj sastaviti takovu knjigu sigurno nije idealno uspio, pa zato molim sve one, koji će u praksi opaziti, da nešto manjka ili da je nešto u knjizi suvišno, neka jave svoja opažanja, kako bi ih mogao kod eventualnog drugog izdanja uzeti u obzir.

U Zagrebu, mjeseca siječnja 1939.

PISAC.

SADRŽAJ

Strana

I. KRATAK HISTORIJSKI PREGLED 7
II. KINEMATOGRAFSKI FILM 13
1. Filmski formati 13
2. Vrste filmova 16
3. Postupak s filmom 18
4. Fotografska izradba filmova 22
III. PSIHOLOŠKI I FIZIOLOŠKI OSNOVI KINEMATOGRAFIJE 26
IV. OSNOVNI OPTIČKI ZAKONI 31
1. Izvor svjetlosti 31
2. Odbijanje svjetlosti 32
3. Konkavno zrcalo 32
4. Lom svjetlosti 34
5. Rasap svjetlosti pomoću prizme 36
6. Film u bojama 38
7. Optičke leće 46
8. Objektiv 51
9. Mjerenje energije svjetlosti 59
10. Projekcioni zastor 63
11. Rasvjeta dvorane 67
12. Plastički film 70
V. OSNOVNI ZAKONI ELEKTROTEHNIKE 75
1. Električna struja 75
2. Ohmov zakon 77
3. Radnja električne struje 78
4. Reostati 79
5. Električna vodljivost 82
6. Strujom razvita toplina 84
7. Magnetizam 87
8. Elektromagnetizam 89
9. Upotreba elektromagnetizma 91
10. Električna rasvjeta 93
11. Električni luk 101
12. Neke praktičke upute kod upotrebe lučne svjetiljke . 114
13. Projekcione žarulje 116
14. Propisi za električne vodove 120

Strana

15. Pojava indukcije 122
16. Dinamo strojevi 125
17. Prenos električne energije 130
18. Elektromotor 133
19. Dobivanje istosmjerne struje 135
20. Mjerenje struje 139
21. Opasnost od električne struje 140

VI. KINEMATOGRAFSKA PROJEKCIJA 143

1. Kratki prikaz razvitka kinoprojektora 143
2. Kabina za projekcioni aparat 150
3. Projekcioni aparat 151
4. Mechau projektor 171
5. Opasnost vatre kod kinoprojekcije 177
6. Najvažnije smetnje kod projekcije filma 184

VII. AMATERSKA KINEMATOGRAFIJA 189

1. Razvitak amaterske kinematografije 189
2. Priprema za kinematografsko snimanje 191
3. Snimanje s kinokamerom 196
4. Nitraphot žarulja 203
5. Pripremanje filma 209
6. Snimanje natpisa 210
7. Projekcija amaterskog filma 211
8. Ozaphan film 215

VIII. OSNOVI ZVUČNOGA FILMA 217

1. Akustički pojavi 217
3. Pretvaranje akustičke energije u električnu 227
3. Elektronska cijev 231
4. Fotografsko upisivanje tona na film 244
5. Pretvaranje upisanog tona u struju 252
6. Pretvaranje struje u zvuk 255

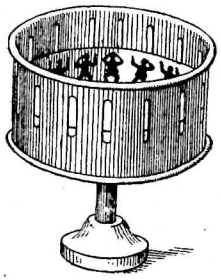
IX. DODATAK 258

Izvadak iz zakona o radnjama 258
Pravilnik o polaganju ispita za kinooperatere 265

I. KRATAK HISTORIJSKI PREGLED

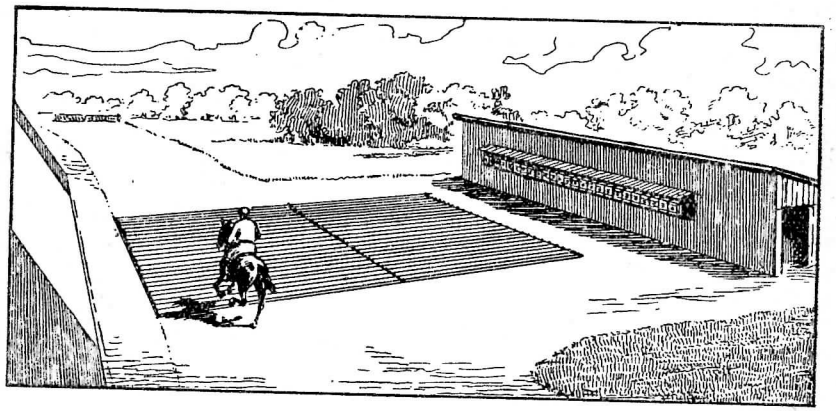
Kao prvi osnovni pokus na kojem je osnovan kinematograf možemo smatrati tzv. »čarobnu ploču«, igračku, koja je nastala oko godine 1825, a osniva se na istoj optičkoj varci kao i današnji kinematograf. Bio je to komad čvrstoga papira, koji je s jedne strane imao narisanog konja, a s druge strane jahača ili s jedne strane kanarinca, a s druge krletku. Ako se ta ploča vrlo brzo okreće oko jednoga svoga promjera, čini nam se kao da jahač sjedi na konju ili da je kanarinac u krletki. Kod te igračke još ne dolazi do gibanja, koje je karakteristično za kinematografiju. Prvi aparat, koji nam prikazuje gibanje konstruirao je godine 1832 Stampfer u Wienu i nazvao ga stroboskop, a u isto vrijeme i Plateau u Gentu, koji ga je nazvao fenakistoskop. U smjeru polumjera narisane su na ploči slike nekog predmeta u različitim fazama gibanja. Između pojedinih slika izrezane su također smjerom polumjera pukotine. Iza ploče namješteno je zrcalo, a narisane slike na ploči okrenute su prema zrcalu. Ako gledamo kroz jednu pukotinu, vidjet ćemo u zrcalu narisane slike. Ako ploču naglo vrtimo oko središta i oštro fiksiramo samo jednu točku, vidjet ćemo kroz pukotinu redom slike predmeta u različitim fazama gibanja, pa nam se čini, da se to tijelo giblje. Slično je građen »čarobni bubanj«, koji je jednostavniji, jer nema zrcala. Valjak može se vrtjeti oko svoje osi. Na plaštu valjka izrezane su pukotine para-

lelno s osi. U unutrašnjost valjka možemo smjestiti vrpcu papira, na kojoj su redom narisane u različitim fazama gibanja slike nekoga predmeta, koji se giblje (slika 1.). Ako se valjak brzo okreće, a mi gledamo kroz jednu rupu, vidjet ćemo kao da se ono tijelo u istinu giblje.



Slika 1.

Sve su te slike bile risane rukom, pa je bio veliki napredak, kad su u tu svrhu počeli upotrebljavati na fotografski način dobivene slike predmeta u različitim fazama gibanja. Prve takove fotografske snimke izveo je Amerikanac Muybridge, bogati kalifornijski farmer i uzgajatelj životinja, koji je proučavao gibanje noga kod životinja. U ono je



Slika 2.

vrijeme nastala prepirka, da li konj u kasu i galopu lebdi jedan momenat iznad tla ili ima uvijek jednu nogu u doticaju sa zemljom.

Muybridge riješio je ovu raspravu time, što je snimio konja u kasu u vrlo kratkim odsječcima vremena. U tu je svrhu postavio 24 fotografska aparata jedan kraj

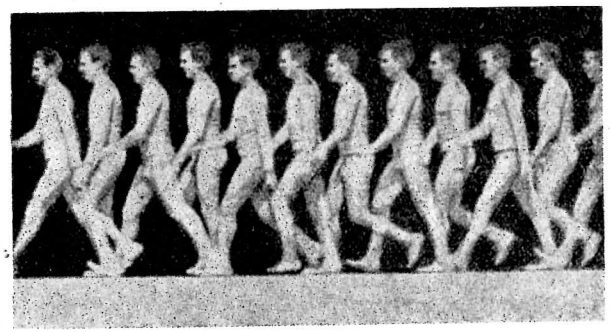
Slika 3.

drugoga (slika 2.) Preko staze, kojom je imao trčati konj bile su napete niti, koje su bile u vezi sa zaporima fotografskih aparata. Kad je konj protrčao tom stazom zapeo je redom za te niti, pa je Muybridge na taj način dobio

fotografske snimke, koje su prikazivale konja u malenim odsječcima vremena od 1/5 sekunde. (slika 3.)

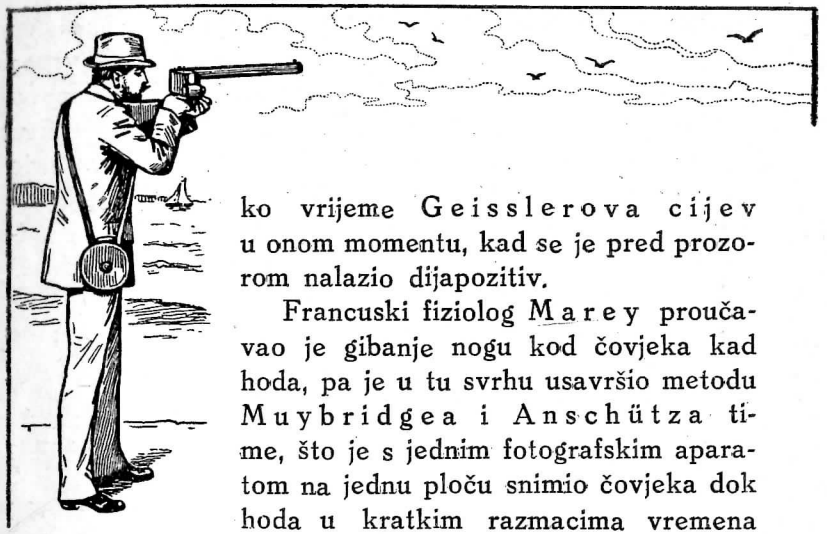
Ta prva istraživanja mogao je Muybridge nastaviti s još većim uspjehom, jer su upravo u to vrijeme pronađene suhe fotografske ploče sa srebrenim bromidom, dok je prve svoje pokuse pravio s mokrim kolodium pločama, koje su bile mnogo manje osjetljive za svjetlost.

Te je pokuse nastavio Anschütz i dobio mnogo bolje i oštrije snimke, jer je u fotografskom aparatu upotrebio zapor s pukotinom, koja se miče ispred same ploče, a upotrebljava se i danas kod aparata, s kojima se snimaju predmeti, koji se vrlo brzo miču (sportske snimke). Anschütz konstruirao je također i prvi aparat, s kojim je mogao prikazati s tim fotografijama gibanje



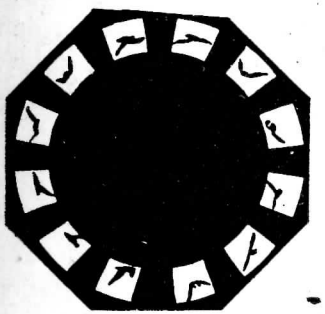
Slika 4.

snimljenoga konja, dobio je dakle t. zv. živu sliku. Upotrebio je veliku okruglu ploču, kojoj je na periferiji namjestio dijapozitive dobivenih fotografija. Ploča se je vrtjela iza prozora, koji je bio isto tako velik kao i dijapozitiv. Na osi, oko koje se je vrtjela ploča, bili su namješteni kontakti. Kad se je ploča vrtjela, rasvijetlila se je na kratko vrijeme Geisslerova cijev u onom momentu, kad se je pred prozorom nalazio dijapozitiv.



Slika 5.

Francuski fiziolog Marey proučavao je gibanje nogu kod čovjeka kad hoda, pa je u tu svrhu usavršio metodu Muybridgea i Anschütza time, što je s jednim fotografskim aparatom na jednu ploču snimio čovjeka dok hoda u kratkim razmacima vremena i time je dobio različite faze gibanja. (slika 4.). Na taj način su slike snimljene s istoga mjesta, pa je reprodukcija toga gibanja mnogo vjernija i sličnija faktičnome gibanju čovjeka. Te je snimke dobio na taj način, da je smjestio pred objektivom aparata rotirajući zaslon, kojemu je bio jedan sektor izrezan.



Slika 6.

Godine 1882 konstruirao je Marey svoju fotografsku pušku (slika 5.), s kojom je dobio vrlo dobre snimke ptice u lijetu. U toj puški bila je smještena okrugla fotografska ploča, (slika 6.) koju je posebni mehanizam pomicao na mahove 12 puta na sekundu. Godine 1888 dosjetio se je Marey novom načinu, koji se još i danas upotrebljava u kinematografiji. Mjesto okrugle foto-

grafske ploče upotrebio je vrpcu od papira, na kojoj je bio za svjetlost osjetljivi srebreni spoj. Ta je vrpca bila namotana na kotač, koji je posebni mehanizam na mahove pomicao i namatao na drugi kotač. Iza objektiva bio je u aparatu smješten rotirajući zaslon, koji je otvorio objektiv u onom momentu, kad je vrpca papira bila na miru. To je prvi model kinematografskog aparata za snimanje, koji se u principu ništa ne razlikuje od naših današnjih modernih aparata.

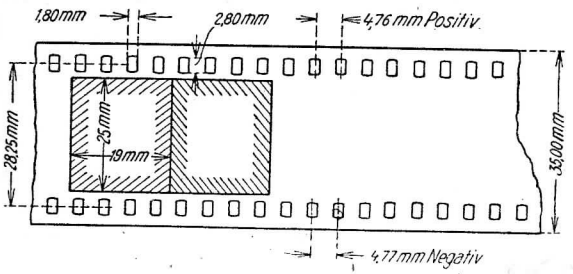
Papirnatu negativsku vrpcu zamijenio je godine 1898 Friese, Green i Ewans vrpcom od celuloida, kako se još i danas upotrebljava. Perforaciju na filmu uveo je Edison, a braća Lumière uveli su za ovaj način fotografiranja naziv kinematografija.

Time smo prikazali u najkraćim crtama najstarije i najjednostavnije kinematografske aparate, pa možemo kazati, da je osnovni princip, na kojima oni djeluju slijedeći: našem oku treba prikazati niz slika, koje nam predočuju isti predmet redom u različitim fazama gibanja i to tako brzo uzastopce, da naše oko vidi uvijek samo jednu sliku. Razmak vremena između jedne slike i slijedeće treba da bude isti kao kad smo snimali. Oko ne smije vidjeti sliku za vrijeme gibanja, pa se svi utisci u tom slučaju stope u jedan, i našem se oku čini kao da se predmet giblje.

II. KINEMATOGRAFSKI FILM

1. FILMSKI FORMATI.

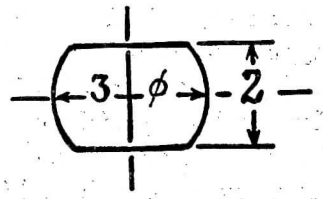
Male sličice, koje projiciramo kod kinematografskih predstava nijemoga filma kopirane su na vrpci od celuloida, koja nosi s jedne strane fotografsku emulziju. Širina te vrpce je prema internacionalnom sporazumu još iz onoga vremena kad je Edison konstruirao projekcione aparate, određena 35 mm, a debljina cca 0,15 mm. Celuloid je prozirna tvar, koja se dosta lako svija, a mehanički je dovoljno jaka. Sve dimenzije filma vidimo na slici 7. Veličina sličice je 18×24 mm, jer je uvijek između dvije susjedne sličice prazan prostor od 1 mm. Uz rub filma nalazi se tzv. perforacija, koja služi za pomicanje filma u aparatu za snimanje i u aparatu za projekciju, a pristaje



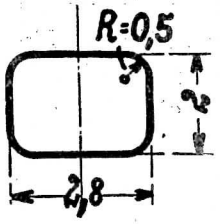
Slika 7.

točno u zupce na transportnim valjcima. Na celuloid stavljaju se vrlo veliki zahtjevi, jer se širina filma ne smije promijeniti prema internacionalnim sporazumima više od 0,1 mm kad se smoči. Kod perforacije dozvoljene su razlike od 0,01 mm, a udaljenost sredine rupe do slijedeće iznosi 4,76 mm. Oblik rupica s vremenom se je nešto promijenio. U Evropi najviše se upotrebljava t. zv. Pathé-perfo-

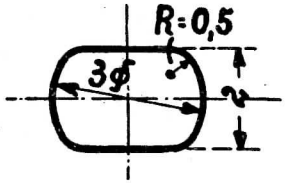
racija, koja je prikazana na slici 8. U Americi i Engleskoj mnogo se upotrebljava Kodak-perforacija (slika 9.). U najnovije vrijeme je Pathé-perforacija nešto promijenjena, pa ima oblik kako pokazuje slika 10. Internacionalni kongres za kinematografiju i fotografiju u Parizu godine 1925 prihvatio je kao normalnu perforaciju Kodak i novu Pathé perforaciju. Na tom kongresu određena su također svojstva, koja mora imati celuloid filma s obzirom na promjenu dimenzija, kad se prigodom izrađivanja moći u vodi i opet suši. Sve se dimenzije filma neprestano mijenjaju i to tim brže, što se film više upotrebljava za projekciju ili ako stoji na suhome mjestu. Celuloid je vrlo loš vodič električne: pa se trenjem na metalne dijelove aparata za snimanje statički nabije. Izbijanjem toga električnoga naboja nastaju električne iskre, koje djeluju na fotografski sloj, pa kod razvijanja nastaju uz rub filma kratke crne crtice. Zbog toga treba film posebno preparirati.



Slika 8.



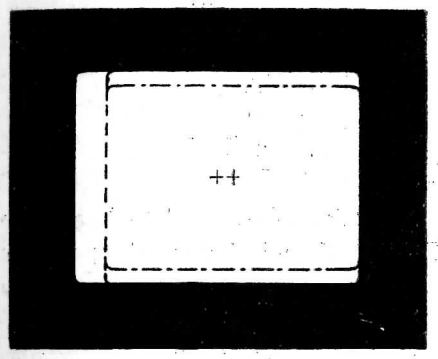
Slika 9.



Slika 10.

Prije spomenute dimenzije filma morale su se promijeniti, kad je uveden tonfilm, jer je trebalo ostaviti na filmskoj vrpci mjesto, gdje će biti upisan ton. Zbog toga smanjena je širina slike i ostavljena je 2,6 mm široka vrpca za

snimanje tona. Time je slika izgubila format 3 : 4, koji je vrlo zgodan, a jedan dio prozorčića na vratašcima trebalo je pokriti, da zajedno sa slikom ne bude i vrpca za ton projicirana na zastor,. Veličina slike je dakle kod tonfilma 18×21,3 mm. Kako bi se opet vratili na format slike 3:4, počeli su naročito u Americi upotrebljavati novi format slike 15,75×21,3 mm, a prihvatile su ga gotovo sve države u Evropi osim Njemačke. Budući da je slika na filmu nešto manja, potrebno je upotrebiti objektiv nešto manje žarišne daljine, pa je opet projekcioni zastor za nijemi film potpuno ispunjen sa slikom kod tonfilma. Na projektorima treba samo promijeniti prozorčić na vratašcima. Odnošaj tih formata slike prikazan je na slici 11.



Nijemi film

Zvučni film

Novi format

Slika 11.

Želimo li postignuti istu veličinu slike na zastoru sa starim formatom slike nijemog filma i s novim formatom ton filma treba upotrebiti objektiv sa slijedećim žarišnim daljinama u cm.

Nijemi film	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5
Tonfilm	7	7,5	8	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12

Na visinu svake filmske sličice dolaze sa svake strane 4 rupice perforacije. Prema tome dolazi dakle na 100 me-

tara filma 5260 sličica. Kod tonfilma propisano je kod snimanja i reprodukcije, da na sekundu treba snimiti i projicirati 24 sličice na sekundu, pa je prema tome brzina kojom se giblje film kod snimanja tona 24×19=456 mm po sekundi. Iz toga slijedi, da je potrebno po prilici 3,5 minute, dok kroz projekcioni aparat prođe 100 metara tonfilma.

2. VRSTE FILMOVA.

Celuloid proizvodi se iz nitrozeluloze i kamfora. Ako se filmska vrpca ugrije po prilici do 160° C upali se i gori na zraku svijetlim plamenom, a kraj toga razvija se mnogo dima. Film, koji se je jedanput upalio ne možemo više ugasiti, jer se on rastvara i bez pristupa zraka, ako ga na pr. pokrijemo pijeskom ili ako je zatvoren u limenoj kutiji. U tom se slučaju film rastvara bez plamena, a razvijaju se otrovni plinovi, koji su smiješani sa zrakom vrlo eksplozivni. Stari potpuno isušeni filmovi vrlo su krhki i lako se upale. Zbog toga ne smijemo filmove spremati na jako suhom i toplom mjestu, a potreban je najveći oprez kod manipulacije s filmom, te postoje i vrlo strogi redarstveni propisi za baratanje i spremanje filma, kako bi se što više moguće spriječile najveće nesreće, koje se mogu u kinokazalištu dogoditi, ako se i uz najveću opreznost ipak film upali. (Vidi dodatak). Projektori imaju također različite naprave, koje sprečavaju požar filma, ali te ćemo upoznati tek kasnije, kad ćemo opisivati pojedine vrsti projektora.

Tvornice nastoje da izrade film iz takovog materijala, koji ne bi bio tako opasan i tako lako upaljiv. Ima već više vrsti takovih filmova, kao na pr. Nonflamfilm od Agfe, Inflammable od Pathea, koji su svi načinjeni od acetilceluloze, te film, koji proizvodi Eastmann-Kodak

iz etilceluloze. Ako se ti filmovi ugriju do 200° C rastale se, a da se ne upale. Tek kod mnogo više temperature film se upali, gori polagano, a plamen se može vrlo lako ugasiti. Ti su filmovi mnogo manje elastični od filma iz celuloida, pa se s toga mnogo brže troše. To je razlog zašto ih ne upotrebljavaju za filmove, koji se prikazuju u kinokazalištima. Na takovom su materijalu redovno izrađeni oni filmovi, koji su namijenjeni kućnoj kinematografiji ili se prikazuju u reklamne svrhe ili za propagandu u prostorijama, koje nemaju propisno uređene kabine za projekcioni aparat.

Ovi teško upaljivi filmovi za amaterske svrhe izrađuju se u tri formata t. zv. 16 mm film, 9,5 mm film i 8 mm film. Dimenzije tih filmova su slijedeće: Širina filmske vrpce je 16 mm; širina sličice je 10,41 mm, a visina 7,47 mm. Na svaku sličicu otpadaju dvije rupe perforacije, koja se nalazi s obje strane sličica. Kad se film pomakne za jednu sličicu, prolazi kroz aparat 7,62 mm filma, jer je između pojedinih sličica uska pruga. Prema tome dolazi na jedan metar 16 mm-filma po prilici 131 sličica, prema 52 kod normalnoga 35 mm-filma.

Za amaterske svrhe upotrebljava se još film s ovim dimenzijama: Širina filmske vrpce 9,5 mm; širina pojedine sličice 9,1 mm, a visina 7,2 mm. Za jednu sliku pomakne se film za 7,47 mm. Perforacija smještena je u sredini filma između pojedinih slika, tako da na svaku sličicu dolazi po jedna rupa perforacije. Na jedan metar toga filma dolazi po prilici 134 sličice, dakle gotovo isto kao i na film od 16 mm, ali zbog toga, jer je perforacija u sredini filma prištedi se na filmskom materijalu, pa je snimanje s tim filmom jeftinije. Film širok 16 mm zove se obično uski

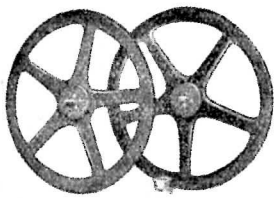
film, a film sa širinom od 9, 5 i 8 mm zove se mali film. Na 10 metara takovoga filma može se snimiti isti broj sličica kao na 25 metara normalnoga. Sporazumom tvornica napušta se film 9,5 mm, pa se mjesto njega uvađa 8 mm, koji ima perforaciju samo s jedne strane.

Osim toga ima danas aparata, koji na uski film snimaju sličice samo na polovicu širine filma, pa se nakon toga što je film izrađen, razreže po duljini i projicira samo s perforacijom s jedne strane. Time je snimanje sniženo na polovicu troškova.

3. POSTUPAK S FILMOM

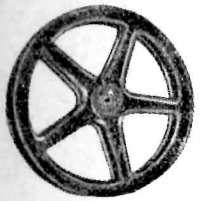
Uz projekcioni aparat film je naskupocijeniji materijal, koji je povjeren operateru. Stručni postupak i čuvanje filma zbog toga je prva dužnost operatera u kinokazalištu, a isto tako i amatera, koji želi, da snimljene filmove sačuva dulje vremena, kako bi mu služili za oživljavanje uspomena iz prošlih vremena. Zbog toga spomenut ćemo sve ono, što je potrebno, da imamo uvijek na umu kad radimo s filmom.

Filmovi, koji se upotrebljavaju za projekciju u kinokazalištima dolaze u promet u velikim svicima (do 600 metara), jer je to jedini način, da se tako velika duljina celuloidne vrpce može prenositi i poštom slati, a da se ne ošteti. Zbog toga treba paziti, da se takav svitak ne raspadne, jer se time može vrlo lako film oštetiti. Ovako razmotani film, koji leži po podu osim toga je vrlo opasan, jer se može lako upaliti i ovako naslonjen izgara vanredno brzo uz eksploziju.



Slika 12.

Ovakovi filmski svici šalju se u papirnatim ili limenim kutijama. U projekcioni aparat stavljamo filmove u kolutima, koji se mogu rastaviti (slika 12.) ili ako se više puta redom projicira u čvrste kolute (slika 13.). Ako koluti imaju veliku jezgru film se manje oštećuje. Novi koluti imaju zato često promjer jezgre 100 do 125 mm.



Slika 13.

U slijedećoj tabeli uneseni su promjeri filmskih uzvojnica. Te vrijednosti mogu naravno biti samo približne, jer one zavise o čvrstoći namatanja i o debljini filma.

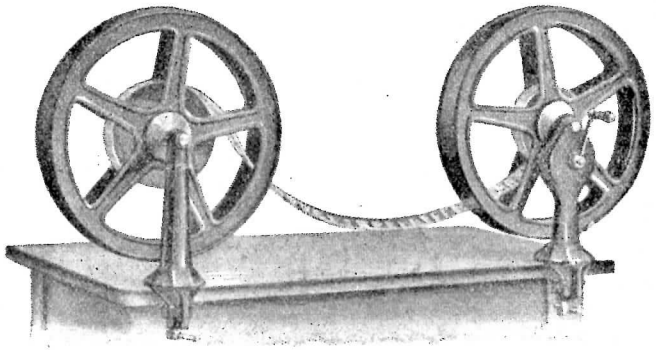
Duljina filma u metrima	Promjer filmske uzvojnice u mm			Težina u gramima
	Promjer jezgre			
	50 mm	74 mm	105 mm	
250	225	230	—	1750
400	280	283	—	2800
600	340	343	—	4200
900	420	—	425	6200
1200	—	—	480	8300

Kad film projiciramo, on se u projekcionom aparatu namata na donji filmski kolut tako, da mu je početak na osovini. Zbog toga treba za slijedeću predstavu film premotati, da mu početak dođe na izvanjsku stranu uzvojnice. Za taj posao upotrebljava se stroj za prematanje (slika 14). On sastoji iz dvije osovine. Na jednoj se može filmski kolut, na kojem je namotan film, slobodno okretati, a druga je osovina udešena tako, da se može ručicom i prenosom staviti u brzu rotaciju. Za vrijeme prematanja može se film kontrolirati i lako opaziti, da li je perforacija oštećena, a mogu se naći i mjesta na kojima je lijepilo popustilo. U tu svrhu treba film za vrijeme

prematanja uhvatiti prstima za rubove (nipošto za osjetljivi fotografski sloj) i nešto ga stisnuti. Ako je perforacija oštećena, osjetit ćemo to odmah pod prstima, a loše lijepljeno mjesto će se zbog pritiska razlijepiti.

Filmska vrpca sastavljena je od više komada, pa takova mjesta gdje je film spajan zovemo spojišta.

Ako je oštećena perforacija, možemo izrezati puknule rupice, ali tako da preostale uglove zaokružimo. Više od dvije rupice ne smijemo izrezati, jer inače može film lako



Slika 14.

zapeti kad prolazi kroz projektor i razderati se po duljini. Ako je oštećen veći dio perforacije, treba izrezati cijelo oštećeno mjesto, pa vrpcu opet natrag slijepiti. Takovo ispravljanje filma nije mnogo smetalo kod nijemog filma, jer se kod projekcije ne opaža, ako se nekoliko sličica izreže. Kod tonfilma već su veće poteškoće, jer se može ton iskriviti, ako se veći komad filma izreže.

Film se lijepi tako, da se jedan kraj filma odreže točno na granici dviju sličica, a na drugom kraju se ostavi pruga od 3 mm tako, da ostane još jedna rupica perforacije. Na tom dijelu se ta pruga od 3 mm očisti od foto-

grafske emulzije. Šiljke na rubovima treba na ovom kraju nešto odrezati, jer inače film lako zapinje kad prolazi kroz projekcioni aparat. Ostruganu prugu treba namazati s ljepilom i oba kraja slijediti tako, da se rupice perforacije točno pokrivaju. Film treba po prilici 20 do 30 sekunda stisnuti, jer se u tom vremenu ljepilo posuši. Ljepilo dobiva se gotovo ili ga možemo sami pripremiti, ako smiješamo aceton i amilni acetat u jednakim dijelovima.

Vrlo dobro lijepi i slijedeće ljepilo: u 100 cm^3 amilnog acetata i 20 cm^3 ledene octene kiseline treba rastopiti 5 g celuloida, koji smo dobili tako, da u toploj vodi operemo s filma fotografsku emulziju.

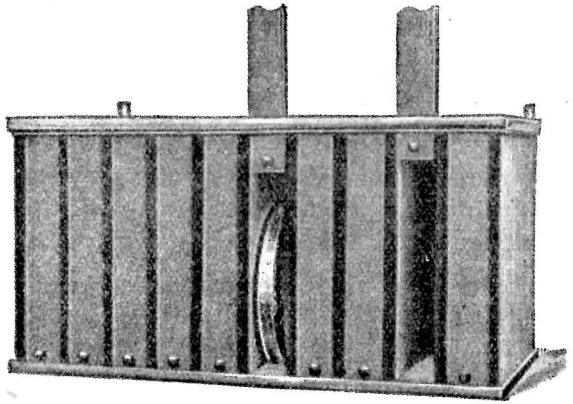
Ima metoda, gdje ne treba čistiti sa filma emulziju. Na razderanom mjestu odrežemo film, kako je prije opisano i upotrebimo slijedeće ljepilo: u 100 cm^3 koncentrirane ledene octene kiseline rastopimo 10 g čiste želatine, koju smo prije toga pustili da 10 minuta bubri u vodi.

Teško upaljivi film treba lijepiti sa smjesom ledene octene kiseline i etera u jednakim dijelovima. Za lijepljenje filma dobiju se u trgovini posebne preše, u kojima su zupci, koji odgovaraju perforaciji filma tako, da nakon lijepljenja perforacija točno pristaje.

Oštećeni filmovi prolaze kroz projektore različite konstrukcije sad laglje sad teže . Akoprem možemo smatrati kao prednost nekoga projektora, da može dobro transportirati istrošeni film ne smije se nikako dozvoliti, da se ova prednost projektora iskoristi u tu svrhu, da se film ne popravlja. Popravljanje istrošenoga filma jedna je od najvažnijih dužnosti svakoga operatera.

Zbog sigurnosti od požara potrebno je da budu filmovi tako spremljeni, da se spriječi mogućnost požara, koji je

redovno — kako to iskustvo pokazuje — katastrofalan. Redovno nastali su požari u kinokazalištima zbog toga, jer filmovi nisu bili propisno spremljeni. Samo je po sebi razumljivo, da će djelovanje požara biti većih dimenzija, ako se upali cijela zaliha filma, nego ako izgori samo jedan dio od 400 ili 600 metara. Zalihu filmova treba spremiti u posebne prostorije, koje su građene sigurno od vatre, a one koje dnevno trebamo kod projekcije u posebne ormare, gdje je svaka uzvojnica filma u posebnom pretincu od lima, a sve skupa se može zatvoriti s metalnim vratima tako, da su filmovi zaštićeni od vatre. Zgodno je takav ormar s unutrašnje strane obložiti azbestom (slika 15).



Slika 15.

Ako su filmovi potpuno isušeni ili ako želimo da se filmovi ne posuše, treba staviti u takove ormare posude, u kojima ima nešto vode.

4. FOTOGRAFSKA IZRADBA FILMA

U filmskom aparatu za snimanje snimljeni film namota se u tamnoj komori na drveni okvir i stavi u razvijač. Nakon što se izlučilo dovoljno srebra na onim mjestima, koja su bila osvjetljena film se ispere i stavi u fiksirnu kupelj. Tu se otopi onaj srebreni bromid, koji nije bio osvijetljen i time se negativna slika fiksira. Nakon što se film dobro u vodi ispere stavi se sušiti na velike drvene bubnjeve. Ti se bubnjevi vrte u zatvorenom prostoru, gdje nema prašine kod nešto povišene temperature i kod promaje zraka. Za pojedine snimljene scene točno se odredi vrijeme ekspozicije za kopiranje, pa se one slijepe u jednu vrpcu. Ta vrpca prolazi zajedno s pozitivskim materijalom kroz aparat za kopiranje, u kojem se automatski regulira jakost rasvjete prema oznakama, koje odgovaraju određenoj potrebnoj ekspoziciji. Film prolazi neprekidno kroz aparat za kopiranje. Nakon što je takova pozitivna kopija razvijena, fiksirana i oprana suši se na isti način kao i negativ. Ako pomislimo, da se filmska sličica kod projekcije linearno poveća 100 dapače i 150 puta, mora metoda razvijanja biti tako udešena da dobiveno zrno na pozitivu bude što sitnije. U opće je cijeli posao oko izrađivanja filma vrlo kompliciran i mora biti savjesno izveden do najmanjih sitnica, ako želimo dobiti dobre kopije za projekciju.

Kod tonfilma snima se ton uz rub filma zajedno u isti čas, kad se snima i slika ili se snima svako posebno, pa se kod kopiranja prenese jedna i druga kopija na isti pozitiv.

Sve tvornice m a l o g a i u s k o g a f i l m a izrađuju danas amaterske snimke, jer je obično u cijeni filma uračunan trošak izradbe filma. Zbog toga velika većina amatera šalje snimljene filmove u tvornicu. Kod tih se filmova upotrebljava redovito metoda okretanja slike, koja je kompliciranija nego obično razvijanje negativa, pa treba dosta vježbe i iskustva, ako želimo dobiti dobre pozitive za projekciju.

Držim, da će se ipak naći amatera, koji će htjeti sami izrađivati filmove, jer se dobije i neke filmove po metru, bez obveze za plaćanje pristojbe za razvijanje. Zbog toga ću spomenuti u kratko cijeli postupak, kako od snimljenog filma dobijemo pozitiv na istome filmu bez kopiranja. Takav o k r e t n i f i l m vrlo je sličan u svojim fotografskim svojstvima običnom negativskom filmu, na kojem se dobije tanki i jaki negativ. Emulzija toga filma mora biti tanka, jer se samo u tom slučaju slika dade dobro okrenuti od negativa na pozitiv, t. j. dobijemo pozitiv s prozirnim svijetlim mjestima. Želimo li dobiti dobar pozitiv prvi je uvjet, da pogodimo točno vrijeme ekspozicije. Ako snimamo negativ, pa nešto više ili premalo eksponiramo, možemo zgodnom metodom kopiranja, još uvijek dobiti pozitiv, dok pozitiv kod okretnog filma vrlo zavisi o prvoj ekspoziciji kod snimanja. Pogrešnu ekspoziciju možemo kod te metode vrlo teško ispraviti.

Snimljeni film treba razviti u razvijaču, koji daje briljantno osjenjeni negativ. Najsvijetlija mjesta na negativu moraju pocrniti kroz cijelu emulziju sve do celuloida. Nije moguće navesti sastav takovog razvijača, jer filmi različitih tvornica imaju različita svojstva i dobar rezultat postizavamo s različitim razvijačima.

Kad je film razvit treba ga isprati u čistoj vodi i nakon toga staviti u kupelj, gdje će se izlučeno srebro na negativu rastopiti. U tu svrhu upotrebljava se k a l i j e v p e r m a n g a n a t ili k a l i j e v b i k r o m a t. Rastopine tih soli, kojima je dodano nešto sumporne kiseline, vrlo energično oksidiraju srebro u emulziji negativa, pa nastaje srebreni sulfat, koji je u vodi vrlo lako topiv. Cijeli se ovaj proces zbiva vrlo brzo, pa za nekoliko minuta nestane srebra s negativa. Film treba nakon toga opet dobro isprati u vodi. Na filmu je već nastao pozitiv, ali ga u tom

stanju još ne možemo upotrebiti, jer su mjesta, koja kod projekcije moraju biti tamna, pokrita sa slojem emulzije, koja je bijela, jer na nju nije kod snimanja djelovala svjetlost. Ta je preostala emulzija osjetljiva još uvijek na svjetlost. Stavimo li film opet u razvijač i razvijamo kod jake difuzne svjetlosti, pocrnit će cijela preostala emulzija. Tako smo dobili pozitiv, kojega treba sada dobro oprati u vodi i posušiti. Jasno je, da je na takovom filmu zamijenjena lijeva i desna strana, ali to ništa ne smeta, jer kod projekcije možemo staviti film u projektor tako, da bude emulzija okrenuta prema izvoru svjetlosti, pa će slika na zastoru biti u pravom položaju.

Ako smo film kod snimanja p r e m a l o e k s p o n i r a l i, bit će na gotovom pozitivu tamna mjesta vrlo g u s t a i n e p r o z i r n a, a svijetla mjesta ne će biti prozirna, nego će biti pokrita sa sivom mrenom. Ako je film bio p r e v i š e e k s p o n i r a n kod snimanja, bit će sjene previše p r o z i r n e, pa na projekciji ne će biti nikakovih kontrasta i slika će biti b l i j e d a.

Ako pogreške u ekspoziciji nisu bile jako velike, može se različitim metodama pozitiv nešto popraviti. Još je bolje, ako se odmah kod razvijanja uzme u obzir loša ekspozicija, pa se upotrebi zgodni razvijač i prilagodi njegova koncentracija. Da ispravimo pogrešku kod eksponiranja odmah kod razvijanja, treba vrlo velika vježba i praksa, pa je zato najbolje, ako amater, koji nije već prije mnogo fotografirao i stekao veliko iskustvo u svim tim fotografskim metodama, prepusti tvornici, da mu ona izradi film.

Od takovog pozitiva možemo, ako želimo, načiniti posve istim postupkom kopiju.

III. PSIHOLOŠKI I FIZIOLOŠKI OSNOVI KINEMATOGRAFIJE

Spomenuli smo već na početku (strana 8), da nam s t r o b o s k o p ne pokazuje redom pojedine slike, nego da vidimo jednu g i b i v u sliku predmeta, koji je narisan na onoj vrpci papira, koji stavljamo u sam stroboskop. Bit stroboskopskog efekta je dakle u tome, da mi promatrajući ne možemo identificirati pojedine slike. U slučaju kad nastaju kod promatranja takove »v a r k e i d e n t i t e t a« i samo u takovom slučaju može nastati stroboskopska (dakle i kinematografska) pojava.

Da bolje upoznamo prilike te pojave, na kojoj se osniva kinematografija, spomenut ćemo nekoliko pokusa, koji razjašnjuju te prilike.

Ako namjestimo dva projekciona aparata jedan kraj drugoga tako, da pokrivaju istu plohu, pa u svakoga stavimo po jedan dijapozitiv, kako su prikazani na slici 16. Ako naizmjence projiciramo dijapozitive, činit će nam se kao da se pravac otvara u kut, pa se opet zatvara natrag i postaje pravac. Ako projiciramo naizmjence dva dijapozitiva, na kojima je krug i trokut, čini nam se kao da se kutevi trokuta svijaju i on prelazi u krug, a nakon toga se opet svijaju kutevi natrag i opet vidimo trokut. Ti pokusi pokazuju, da je dovoljno uzeti dvije slike, da nestane identifikacije i time nastane stroboskopski efekt. U principu ne razlikuje se kinematografski aparat ništa od ove naprave, koja je poznata u nauci pod imenom »T a u t o s k o p«.

Slika 16.

Ako na oko prestane djelovati p o d r a ž a j s v j e t l o s t i, ne će u isti čas prestati o s j e t svjetlosti, nego će trajati još neko vrijeme. Osjet trajat će dulje ili kraće vrijeme, nestat će brzo ili nakon duljeg vremena, već prema prilikama. Ova se pojava zove p a s l i k a. Kod stroboskopa oko dakle vidi sliku, akoprem je ona već pokrita i giblje se dalje, da dade mjesta slijedećoj. Kod stroboskopske pojave mora dakle nastupit t r e p e r e n j e svjetlosti, ako slike slijede polagano jedna iza druge. Kod neke odredene brzine, kojom se mijenjaju slike, nestat će toga treperenja, koje je za oči vrlo neugodno. U tom momentu nastat će s t a p a n j e. Onaj broj promjena slika na sekundu, koji je potreban da dođe do toga s t a p a n j a, zove se f r e k v e n c i j a s t a p a n j a.

Ako uzmemo komadić tinjajućeg drva, pa ga vrtimo po kružnici u tamnoj sobi na pr. tako, da ga svežemo za konac, svijetla točka prikazuje nam se kao crta, ako polagano drvo vrtimo. Kružni luk postaje sve dulji, što brže drvo okrećemo oko središta. Kod neke brzine gibanja spojit će se svijetla linija u cijelu kružnicu. To će se dogoditi u onom času kada će vrijeme jednoga ophoda po kružnici biti $^1/_8$ sekunde. Taj nas pokus uči, da očut u oku traje još $^1/_8$ sekunde nakon toga, što je podražaj prestao.

Na istom tom pojavu osniva se djelovanje t a u t o s k o p a, kojega smo opisali na strani 26.

Naučna ispitivanja su pokazala, da je frekvencija stapanja ovisna o cijelom nizu faktora, od kojih ćemo spomenuti samo najvažnije i to one koji su važni za konstrukciju i djelovanja kinoaparata. U prvom redu treba spomenuti ovisnost frekvencije stapanja o jakosti intermitirajuće svjetlosti. Frekvencija stapanja postaje veća, što je intenzitet rasvjete veći. To znači, da treba upotrebiti veći broj promjena slike na sekundu, ako želimo da slika ne treperi, kad je jakost rasvjete, s kojom su slike rasvijetljene, veća.

Slijedeća tabela prikazuje nam te odnošaje.

Jakost rasvjete u Luxima . .	0,06	0,25	1,0	1,56	4,0	25	100	177	400	1600	6400
Frekvencija stapanja . . .	17,7	18,5	25	28	33,5	43	51	55	56	65	71

Ova nam tabela pokazuje kolika mora biti brzina, kojom se redaju slike, ako kod neke određene jakosti rasvjete ne smije slika treperiti. Kod normalne jakosti rasvjete od 50 luxa, frekvencija stapanja je po prilici 48, dakle se mora kod dobre kinematografske projekcije projekcioni zastor toliko puta na sekundu rasvijetliti i potamniti. Kod slabije jakosti rasvjete, koja se upotrebljava kod školskih i kućnih kina dovoljna je frekvencija stapanja 38, da slika ne treperi.

Osim o frekvenciji slika i jakosti rasvjete zastora, zavisi frekvencija stapanja još o nekim faktorima, koje moramo spomenuti. Nije svejedno, da li je oko promatrača adaptirano na tamu ili nije. Poznato je, da prvi čas ne vidimo ništa, ako stupimo iz direktne sunčane rasvjete u vrlo tamnu prostoriju, nego da je potrebno neko vrijeme, da se oko priuči na tamu, pa tek onda počinjemo zapažati pojedine predmete. Premda je ta pojava vrlo individualna možemo konstatirati, da poprečno svaka osoba treba po prilici 20 minuta, dok se potpuno adaptira na tamu. Kod velikih jakosti rasvjete kakove se upotrebljavaju kod kinematografske projekcije je dokazano, da se frekvencija stapanja snizuje, ako je oko adaptirano na tamu. To znači, da će u kinematografu projicirana slika to manje treperiti, što je tamniji prostor u kojem se slike projiciraju. Spomenuli smo već prije, kolike su poteškoće, ako želimo film projicirati u polutami. Zbog toga treba i rasvjetu za slučaj nesreće također svesti na potrebni minimum.

Kod tonfilma je propisana frekvencija 24 slike po sekundi. Kako zaslon pokriva objektiv, dok se slika pomiče, bio bi zastor 24 puta na sekundu rasvijetljen i potamnjen. Kako smo prije kazali u tom slučaju nastalo bi jako treperenje slike. Da se to zapriječi sagrađen je zaslon tako, da ima dva sektora, t. j. on potamni zastor za projekciju još jedanput, dok slika stoji. Na taj način dobili smo frekvenciju izmjene svijetla i tame 48 puta na sekundu, a mi znamo, da kod te frekvencije nema treperenja slike. Zbog toga treba upotrebiti jači izvor svjetlosti, da dobijemo istu jakost rasvjete, nego kad bi zaslon imao samo jedan sektor. Kod nijemog filma projicira se s 16 do 18 slika na sekundu, pa je potrebno namjestiti zaslon s tri sektora da dobijemo dosta veliku izmjenu slika na sekundu ($3 \times 16 = 48$).

Sve ovo što smo sada spomenuli vrijedi za bijelu svjetlost. Ako svjetlost lučne svjetiljke rastavimo na spektralne boje pokazuje mjerenje, da najveću frekvenciju stapanja treba kod žute svjetlosti, a svjetlost u spektru prema crvenom i prema ljubičastom zahtijeva sve manju frekvenciju stapanja. Dolazi to od toga, jer je naše oko najosjetljivije za žutu svjetlost. Poznato je iz iskustva, da je treperenje kod bojadisanih filmova mnogo manje.

U vezi s ovim stapanjem kratkih optičkih podražaja u našem oku opisat ćemo neke pojave, koje su slične, ali nemaju ništa zajedničkoga sa treperenjem. Ove do sada opisane pojave su fiziološke ili psihološke prirode, dok ove, koje želimo sada spomenuti, ubrajamo među čisto optičke ili još bolje mehaničke.

Ako snimamo osobu, koja polagano hoda iz dosta velike daljine, a frekvencija slika kod snimanja je dosta velika, vidjet ćemo kod projekcije te snimke u istinu kontinuirano gibanje nogu te osobe. Ako se ta osoba giblje u

velikoj blizini objektiva, vidjet ćemo u projekciji kao da se ta osoba giblje na mahove. Ako je frekvencija slika dosta malena, nastat će vrlo neugodno treperenje. Ako je frekvencija dosta velika nestane treperenja, ali neugodno gibanje na mahove ostaje, t. j. mi vidimo za vrijeme prikazanog gibanja u isto doba višestruku sliku. U tom slučaju može posve nestati utiska, da se predmet giblje, dapače može u nekim slučajevima nastati i prividno gibanje u protivnom smjeru.

Ovakove pojave možemo prema tome označiti kao krivo prikazivanje gibanja. One se javljaju napose kod kinematografskog prikazivanja periodičkih gibanja. Najpoznatiji je primjer pojava, koja se često događa kod snimljenih kola. Često nam se na kinematografskoj projekciji čini, da kotači na kolima, koja se giblju, stoje na miru ili da se dapače vrte natraške. To se može vrlo lako protumačiti. Između dvije snimke u kinoaparatu za snimanje kotač se je nešto pomaknuo. Može se dogoditi, da se u to vrijeme kotač okrene upravo toliko, da jedna žbica dođe na mjesto prijašnje. Budući da je kotač potpuno simetričan i jedna žbica izgleda kao druga, čini nam se kao da se kotač nalazi u istoj fazi gibanja t. j. da stoji na miru.

Može se dogoditi, da se između dvije snimke kotač okrene upravo za polovicu udaljenosti dviju žbica. U tom slučaju vidimo, da se kotač njiše između dva položaja oko svoje osi. Ako je velika frekvencija slika često vidimo, da kotač ima dvostruki broj žbica. Padne li slika jedna žbice u blizini žbice na prijašnjoj slici, kotač se okreće naprijed, ako je ona pred prijašnjom, ako je ta slika iza prijašnje slike kotač se kreće natraške. Ovakove pogrješke leže u samome filmu i ne možemo ih kod projekcije nikako popraviti.

IV. OSNOVNI OPTIČKI ZAKONI

1. IZVOR SVJETLOSTI.

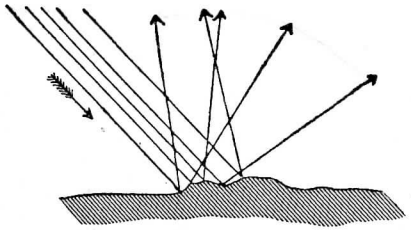
Tijelo možemo vidjeti samo onda, ako od njega dolazi svjetlost u naše oko, pa zbog toga u potpuno tamnoj sobi ne možemo zapaziti nijedno tijelo. Tijela, koja izbijaju svjetlost zovu se izvori svjetlosti, a ona koja zapažamo tek onda, ako na njih pada svjetlost od nekoga izvora svjetlosti, zovemo tamna tijela. Za tijela, koja propuštaju svjetlost, kažemo, da su prozirna, kao na pr. voda, zrak, staklo, film itd., a ona, koja ne propuštaju svjetlost zovemo neprozirna. Ima tijela, koja doduše propuštaju svjetlost, ali ipak kroz njih ne možemo vidjeti druge predmete. Takova tijela zovu se prozračna ili transparentna, na pr. mutno sktalo, papir, platno itd.

Ako u tamnu sobu prodire kroz rupicu na zastrtom prozoru sunčana svjetlost, vidjet ćemo samo one predmete, koji leže u pravcu, koji prolazi rupicom i suncem. Trag svjetlosti zapažamo u sobi zato, jer su rasvijetljene sitne čestice prašine, koje lebde u zraku. Mnogo ćemo jače taj trag svjetlosti zapaziti, ako u sobi ima nešto dima od cigarete. Svjetlost se širi od izvora u pravcima na svestrane u prostoru. Budući da tamna neprozirna tijela ne propuštaju zrake svjetlosti, nastaje iza njih sjena, tj. prostor u koji ne dopire nijedna zraka svjetlosti. Kažemo da neprozirna tijela bacaju sjenu, ako su rasvijetljena od nekoga izvora svjetlosti.

U prirodi opažamo zbog toga pomrčinu Mjeseca i Sunca. Pomrčina Mjeseca nastaje, kad Mjesec zađe u sjenu, koju baca Zemlja, jer je kao tamno tijelo rasvijetljena sunčanim zrakama. Pomrčina Sunca nastupi onda, kada zemlja zađe u Mjesečevu sjenu.

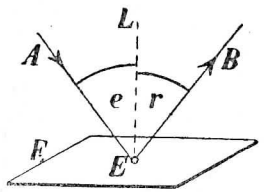
2. ODBIJANJE SVJETLOSTI.

Zraka svjetlosti širi se u pravcu dotle, dok prolazi kroz isto sredstvo. Kad dođe na granicu dvaju sredstava zavisi smjer daljeg širenja o svojstvima površine, na koju pada svjetlost. Ako je ta površina glatka kao na pr. kod stakla i polirane kovine, svjetlost će se pravilno odbijati. Ako je površina hrapava, svjetlost će se nepravilno odbijati i mi kažemo, da se je difuzno raspršila (slika 17.). Nama će se činiti u tamnoj prostoriji kao da je takova površina sama izvor svjetlosti.



Slika 17.

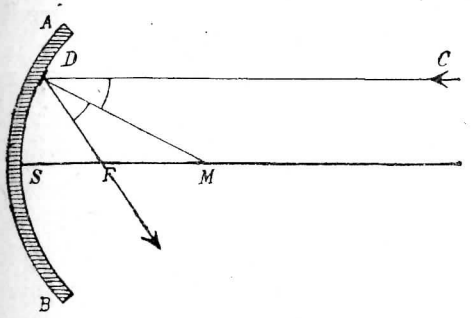
Ploha F (slika 18.) neka nam prikazuje ravnu glatku površinu (zrcalo). Smjerom A E neka pada jedna zraka svjetlosti. U točki E ona će se odbijati ili reflektirati i širiti se dalje u smjeru E B. Ako u točki E pomislimo uzdignutu okomicu E L, to će uvijek kut e (kut upada) biti jednak kutu r (kut odraza ili refleksije). Ako zraka svjetlosti pada okomito na zrcalo reflektirat će se natrag u istom pravcu, ali protivnim smjerom.



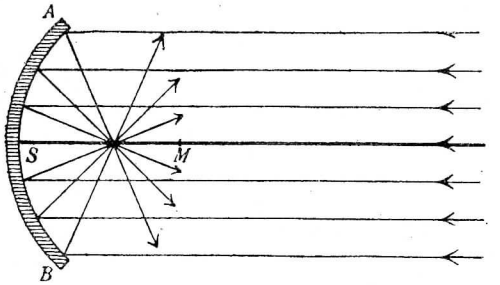
Slika 18.

3. KONKAVNO ZRCALO.

Površina zrcala može biti i zakrivljena. Ako je površina zrcala jedan dio kugle, a svjetlost pada na nju na udubljenoj strani, zove se takovo zrcalo konkavno sferno zrcalo. Na slici 19. prikazuje nam luk AB takovo konkavno zrcalo u prerezu. Točka M je središte te kugle. Zraka svjetlosti, koja izlazi iz točke M i pada na zrcalo na pr. u točki D, okomita je na zrcalo, pa znamo, da se u istom pravcu reflektira natrag u točku M. Drugim riječima sve zrake svjetlosti, koje su pale na zrcalo iz točke M, sastaju se nakon refleksije opet u točki M. Namjestimo li u tamnoj sobi konkavno zrcalo tako, da sunčane zrake kroz otvor u zastrtom prozoru padaju na zrcalo, opazit ćemo, da se



Slika 19.



Slika 20.

zrake nakon refleksije sastaju u jednoj točki (slika 20.). Stavimo li na to mjesto žigicu, ona će se upaliti. Ta se točka prema tome svojstvu zove žarište ili fokus zrcala. Sunce je vrlo daleko od nas, pa možemo uzeti, da su zrake svjetlosti, koje od njega dolaze međusobno paralelne. Mi kažemo, da je u onoj točki, gdje se

sastaju zrake svjetlosti, koje su došle do nekoga izvora svjetlosti, nastala njegova slika. Žarište nalazi se kod konkavnoga sfernog zrcala upravo na sredini između središta kugle i zrcala. Pravac, koji prolazi središtem kugle i žarištem zrcala zove se os zrcala.

Ako izvor svjetlosti pomičemo po osi iz točke M prema fokusu, zrake svjetlosti sastat će se opet na osi, ali sve dalje na desno od točke M. Ako izvor svjetlosti namjestimo upravo u fokus zrcala, zrake će se svjetlosti reflektirati paralelno s osi.

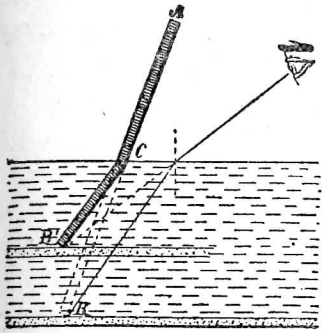
Za snop zraka svjetlosti, koje se sastaju u jednoj točki kažemo, da su konvergentne. Zbog toga, jer nam konkavno zrcalo sabire zrake svjetlosti, zovemo ga također sabirno zrcalo. Ako izvor svjetlosti namjestimo između zrcala i fokusa, zrake svjetlosti će se od zrcala reflektirati i nakon refleksije će se sve više razilaziti. Takove zrake zovemo divergentnima. Namjestimo li izvor svjetlosti bilo gdje na osi dalje od točke M, reflektirane zrake bit će opet konvergentne, a sastati će se na osi između središta i fokusa F. S konkavnim zrcalom možemo dakle sakupiti zrake svjetlosti na osi zrcala u bilo kojoj točki, a to znači, da možemo tu točku vrlo jako rasvijetliti.

Sve te pokuse možemo vrlo lako izvesti u tamnoj sobi, ako upalimo lučnu svjetiljku sa zrcalom, jer snop zraka svjetlosti vidimo na prašini, koja uvijek lebdi u zraku u sobi.

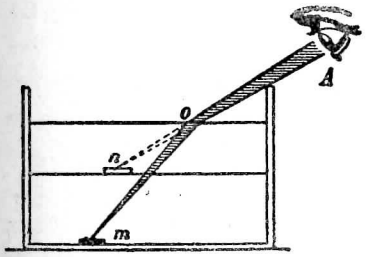
4. LOM SVJETLOSTI.

Ako svjetlost prolazi nekim prozirnim tijelom, na pr. zrakom, pa padne na granicu drugoga prozirnoga tijela, na pr. na površinu vode, širit će se također u tom drugom sredstvu, ali će promijeniti svoj smjer. Ta nam je pojava

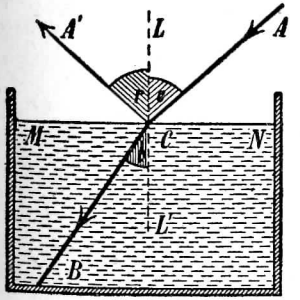
poznata i iz iskustva u običnom životu. Ako stavimo koso u vodu štap (slika 21.), činit će nam se, da je štap na površini vode prelomljen, ako gledamo koso u vodu. Stavimo u posudu s neprozirnom stijenom na dno novac (slika 22.) i namjestimo oko tako, da ga gledajući preko ruba posude ne vidimo. Ako netko drugi nalijeva u posudu vodu, opazit ćemo novac, makar nam oko ostane u istom položaju. Osim toga će nam se činiti, da je novac u manjoj dubini. Ta se pojava zove lom svjetlosti.



Slika 21.



Slika 22.



Slika 23.

Neka je MN granica između zraka i vode (slika 23.). Smjerom A C pada na nju zraka svjetlosti. Ako pomislimo u točki C okomicu C L na površinu vode, vidimo, da upadna zraka i ona zraka, koja se širi dalje kroz vodu ne zatvaraju s tom okomicom jednake kuteve. Zraka B C zove se lomljena zraka. Kut i zove se kut upadanja, a kut b kut loma.

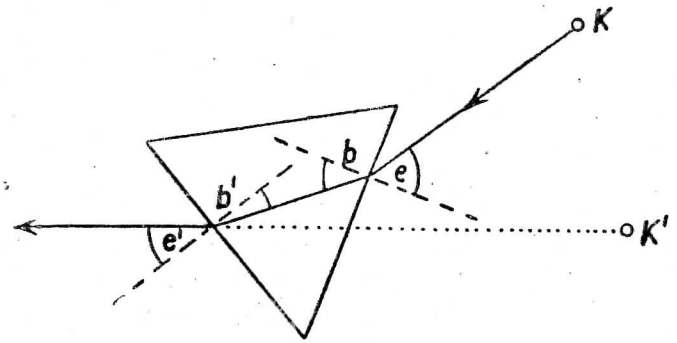
Ako svjetlost prelazi iz zraka u staklo ili vodu, kut je loma uvijek manji od kuta upada. Velimo u tom slučaju,

da se zraka svjetlosti lomi prema okomici. Ako bi se svjetlost širila obratnim smjerom, tj. iz stakla ili vode u zrak, lomila bi se zraka svjetlosti od okomice. Ako svjetlost pada okomito na granicu dvaju sredstava, prelazi u drugo sredstvo istim smjerom, zraka se u tom slučaju ne lomi.

Različita prozirna tijela lome različito svjetlost, a to je važno da upamtimo, jer ćemo trebati da protumačimo pojave kod leća i objektiva.

5. RASAP SVJETLOSTI POMOĆU PRIZME

Prozirno tijelo, na kojem su dvije plohe ravno izbrušene, a one se sjeku pod nekim kutem, zove se optička prizma. Te plohe zovu se lomne plohe, kut što ga one zatvaraju lomni kut, a pravac, u kojem se one sijeku, lomni brid.

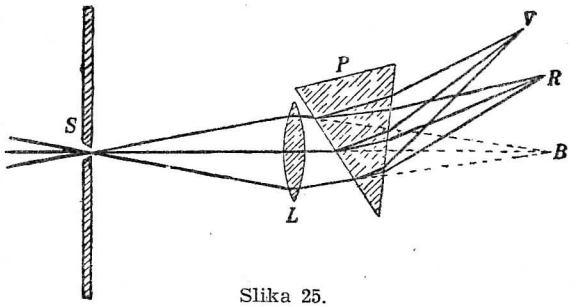


Slika 24.

Za pokuse o lomu svijetlosti gradi se pravilna trostrana prizma, kako je narisana na slici 24. Padne li zraka svjetlosti na plohu prizme, lomi se ulazeći u staklo, a isto tako i izlazeći iz stakla. Vidimo da se je zraka svjetlosti

tim dvostrukim lomom otklonila od onoga smjera, kojim je ušla u prizmu, i to na protivnu stranu od lomnoga brida.

S lijeve strane pukotine S (slika 25) nalazi se jaki izvor svjetlosti, na pr. lučna svjetiljka ili sunce. U tamnoj sobi možemo na zastor baciti konveksnom lećom oštru sliku te pukotine. Stavimo li odmah iza leće staklenu



Slika 25.

prizmu, znamo, da će se svijetlost dvaputa lomiti i skrenuti sa svoga pravca. Slike B će nestati, ali će pojaviti bojadisana pruga, na kojoj ćemo opaziti redom ove boje: crvenu, narančastu, žutu, zelenu, modru i ljubičastu. Ta se bojadisana pruga zove spektar. Crvene zrake otklonile su se najmanje, a ljubičaste najviše. Vidimo dakle, da je bijela sunčana svjetlost, a isto tako i svjetlost lučne svjetiljke, električne žarulje i t. d. sastavljena od različitih boja. Ta se pojava zove rasap svjetlosti. Ako sve te boje sa sabirnom lećom opet skupimo dobit ćemo natrag bijelu svjetlost.

Ispitivanje je pokazalo, da dobijemo bijelu svjetlost, ako sastavimo samo crveno i zeleno; narančasto i modro; žuto i ljubičasto. Ove dvije boje, koje smiješane daju bijelu svijetlost zovu se komplementarne boje. Miješanjem boja u kojem god omjeru dobivamo sve različite boje.

Ima prozirnih tijela, koja su bojadisana. To je posljedica toga, što tijela imaju sposobnost, da mogu neke boje progutati ili apsorbirati. Isto tako i neprozirna tijela ne reflektiraju sve boje svjetlosti, nego također neke od njih apsorbiraju, pa nam se tijelo prikazuje u onoj boji, koja nastaje miješanjem svih onih boja, koje tijelo reflektira.

6. FILM U BOJI.

Od kada postoji film nastoji se dobiti sliku u naravnim bojama. Taj problem nije do danas još riješen na zadovoljstvo. Ima nekoliko načina, kako se proizvode u filmskoj industriji bojadisani filmovi, ali to nisu filmovi u naravnim bojama. Poznat je na pr. »Tehnicolor film«. Taj film je snimljen na dva negativa sa zgodnim filterima za svjetlost. Svaki je kopiran na jednu stranu filmske vrpce i nakon toga bojadisana je svaka strana sa zgodnom bojom. Kako s dvije boje ne možemo dobiti sve nijanse različitih boja, to boja toga filma nije vjerna, a osim toga treba vrlo jaki izvor svjetlosti u projekcionom aparatu, ako želimo dovoljno rasvijetljene slike.

Amaterima fotografima poznata je fotografija u bojama i mi znamo, da možemo na laki način dobiti vrlo dobre i lijepe slike u naravnim bojama. To su poznate autohrom ploče tvornice Lumière u Lyonu i Agfe u Berlinu. Veliki nedostatak tih ploča je u tome, da se one ne mogu kopirati, tj. svaka slika je jedan t. zv. unikum. Ispod fotografske emulzije tih ploča namještena je smjesa vrlo finih zrnaca od škroba ili smole, koja su bojadisana crveno, zeleno i modro. Svjetlost prolazi kroz taj raster, u njemu se filtrira i djeluje tek nakon toga na emulziju, koja naravno mora biti osjetljiva za sve boje, t. zv. panhromatski materijal. Miješanjem tih

triju boja možemo dobiti nuance svih boja. Istu tu metodu pokušali su upotrebiti i za kinematografski film (Lignose film), ali u praksi se nije mogao održati, jer od svake snimke dobijemo samo jedan pozitiv, koji ne možemo kopiranjem umnožiti, a osim toga emulzija toga filma vrlo je osjetljiva i brzo se ošteti, pa se više ne može upotrebiti za projekciju.

Na aditivnom sistemu fotografije u bojama osniva se Dufaycolor film. (Zastupnik Foto-Corso, Zagreb). Mjesto rastera sa zrncima, nalazi se na celuloidu ispod fotografske emulzije otisnut raster s linijama u crvenoj, zelenoj i modroj boji. Na jedan milimetar dolazi 50 linija, to znači da na kvadratnom milimetru imamo 2500 kvadratića izmjenice u tri osnovne boje. Emulzija je toliko osjetljiva, da se mogu snimati momentne snimke. Tvornica izrađuje osim normalnih formata za fotografske aparate film i za amatersku kinematografiju kao uski i mali film.

Američka tvornica Eastman-Kodak kupila je različite europejske patente, koje je u svojim laboratorijima usavršila i stavila u promet film, koji daje kod projekcije vrlo lijepe naravne boje. Kod snimanja nema nikakovih poteškoća, ali je opet snimka na takovom filmu samo unikum i ne može se kopirati, pa se zbog toga ne može upotrebiti za tehničko izrađivanje filmova, koji se prikazuju u kinokazalištima. Taj film imao je vrlo veliku vrijednost za kino-amatera. To je t. zv. Kodacolor film, koji se izrađuje kao uski film od 16 mm. Premda se danas ovaj film više ne upotrebljava, opisat ćemo u kratko cijelu metodu, jer je tehnički interesantna.

Uzmemo li takov Kodacolor film u ruke, ne vidimo na njemu ni traga kakovoj boji. Film izgleda kao svaki drugi bijelo-crni film. Projiciramo li takov film s projektorom, koji ima na objektivu posebni filter, dobivamo

na zastoru sliku u vrlo vjernim naravnim bojama. Pogledamo li takav Kodacolor film pod mikroskopom, vidjet ćemo na njegovoj svijetloj strani po duljini vrlo fine paralelne žlijebove. Ako odrežemo po širini filma vrlo tanki sloj acetil-celuloze (mikrotomski prerez), iz koje je načinjen taj film, pa načinimo mikroskopski preparat, vidjet ćemo na čistoj strani filma niz izbočina, koje su visoke tek 0,008 mm, a na jedan ih milimetar dolazi po prilici 30. Te su izbočine utisnute na film po njegovoj duljini tako, da je film prošao pod pritiskom kroz čelične valjke, od kojih jedan ima urezane žlijebove. Te izbočine djeluju kao vrlo sitne cilidrične leće, a pokrivaju neprekidno cijelu površinu filma. S druge strane prevučen je film panhromatskom emulzijom. Želimo li snimati s takovim filmom treba ga staviti u aparat tako, da prema objektivu bude okrenuta ona strana filma, na kojoj se nalaze utisnute one prije spomenute izbočine. Pred objektiv aparata treba staviti stakleni filter, koji je sastavljen od tri pruge. Lijevo je crvena, u sredini je zelena, a na desnoj strani modra pruga. Svjetlost pada na film u aparatu prolazeći kroz taj filter, a na samom filmu prolazi kroz onaj sistem od vrlo mnogo cilindričkih leća, koje su utisnute u film, pa tek nakon toga djeluje na fotografsku emulziju, koja je osjetljiva za svjetlost. Svaka ta mala cilindrička leća na filmu baca na emulziju u tri boje sliku filtera, koji je smješten pred objektivom.

Da rastumačimo, kako na taj način registriramo boje, sjetimo se običnoga fotografskoga aparata. Neka na pr. pred objektivom aparata stoji djevojka, koja ima crvenu suknju, žutozeleni haljetak, a na glavi modri rubac. Iste te boje vidimo na mutnome staklu fotografskog aparata na onim mjestima, koja odgovaraju originalu. Poznato je, da je ta slika okrenuta. Isto je tako i u aparatu za filmsko snimanje. Na onome mjestu kuda padaju crvene zrake

svjetlosti od crvene suknje, »vidi« mala leća utisnuta u film samo crvenu boju, a to znači, da je slika onoga dijela filtera, koji je žuto-zelen i modar na filmu tamna, pa na tom mjestu ne će svjetlost djelovati na emulziju. To dakle znači, da su na tom mjestu na emulziju djelovale samo crvene zrake svjetlosti, pa će kod razvijanja na filmu nastati sasvim uska crna pruga, a kraj nje će ostati prozirna pruga, koja će imati dvostruku širinu. Takovih pruga bit će vrlo mnogo jedna uz drugu. Cijela slika crvene suknje sastavljena je dakle na filmu od samih tamnih pruga, koje su nastale kao slike crvenog filtera pred objektivom aparata za snimanje. Među njima bit će prozirnih pruga, na koje nije padala svjetlost.

Isto to će se dogoditi i na onom mjestu emulzije, kuda pada žuto-zelena slika haljetka s tom razlikom, da će emulzija pocrniti na onim mjestima, kuda je pala žuto-zelena svjetlost. Potpuno iste prilike bit će i na onim mjestima, kuda pada slika modrog rupca. Dolazi li na film od nekoga drugoga predmeta jasno-zelena boja, pocrnjet će nakon razvijanja film na onom mjestu, gdje pada na njega slika zelenog i modrog filtera pred objektivom. Ako smiješamo naime zrake svjetlost modre i žute boje, dobivamo na zastoru za projekciju jasno-zelenu boju. Smjesa od sve tri boje, koje imaju pojedini djelovi na filteru pred objektivom, daju bijelu boju. Prema tome će dakle svjetlost, koja dolazi od bijeloga predmeta potamniti emulziju na sve tri pruge. Te male cilindrične leće, koje su utisnute na film vrše dakle sličnu službu, kao ona fina zrna od Lumière-ovih ili Agfinih ploča, tj. one rastavljaju svjetlost u one boje, iz kojih je ona sastavljena.

Ako takav film nakon snimanja razvijemo kao svaki obični film, dobit ćemo negativ. Kad bismo takav film nakon toga fiksirali, bila bi sva ona mjesta na filmu, gdje je

padala crvena svjetlost suknje tamna, pa kod projekcije ne bi propuštala svjetlost. Na onim mjestima, gdje nije djelovala žuto-zelena svjetlost, a isto tako ni modra, bit će negativ nakon razvijanja proziran. Kod projekcije takovog filma dobili bi dakle sliku u komplementarnoj boji, tj. suknja bi bila zelena. Kad izrađujemo takav film treba dakle postupati isto tako kao i kod Lumièreovih ili Agfinih ploča, tj. nakon razvijanja treba film staviti u kupelj, u kojoj se rastopi ono srebro, koje se je u razvijaču istaložilo na film. To će dakle mjesto postati prozirno. Nakon toga razvijemo film još jedanput kod dosta jake difuzne rasvjete. Kod toga procesa pocrnit će film na onim mjestima, gdje nije pala svjetlost za vrijeme snimanja. Dobit ćemo dakle pozitivnu sliku. Film će na primjer biti proziran na onim mjestima, kuda je padala crvena svjetlost od crvene suknje djevojke.

Stavimo li takav film u projektor, da emulzija bude okrenuta prema izvoru svjetlosti, a utisnute cilindričke leće prema objektivu, pa pred objektiv stavimo opet filter s istim bojama kao kod snimanja, prolazit će svjetlost najprije kroz fotografsku emulziju, nakon toga kroz acetilcelulozu, pa će doći do malih cilindričkih leća na filmu. Ovdje će se svjetlost rastaviti na boje. Na onom mjestu, kuda je padala kod snimanja crvena svjetlost, bacat će mala cilindrička leća svjetlost samo na crvenu prugu filtera pred objektivom, pa će zastor za projekciju biti na tom mjestu rasvijetljen samo s crvenom svjetlosti. Na zastoru za projekciju dobit ćemo vrlo mnogo sitnih pruga crvene boje, a među njima bit će tamne pruge, jer susjedna mjesta ne propuštaju svjetlost, pošto su tamna. Ako projekcioni zastor gledamo iz blizine jasno vidimo te pruge. Iz malo veće daljine one se gube. Ako je boja nekoga predmeta bila bijela miješat će se na zastoru sve tri boje, pa ćemo opet dobiti bijelu boju. Razne nuance različitih boja mogu se dobiti kao smjesne boje od te tri temeljne: crvene, žutozelene i modre, koje se nalaze na filteru aparata za snimanje i projekciju, pa zato dobivamo vjernu i naravnu reprodukciju svih prirodnih boja.

Budući da filter kod snimanja apsorbira mnogo svjetlosti, možemo takove snimke praviti samo s objektivima, koji imaju veliki relativni otvor (po prilici 1 : 2) i to samo kod direktne sunčane rasvjete. Slike snimljene kod tmurnog vremena nemaju živih boja, a i reprodukcija boja je najbolja, ako snimamo kod jake sunčane rasvjete.

Svi ovi načini za dobivanje slika u bojama osnivaju se na aditivnim metodama. Kod te metode dobiva se bijela boja miješanjem crvenih, zelenih i modrih zraka.

Kod projekcije bojadisanih slika aditivnom metodom jakost je rasvjete vrlo slaba, što vidimo iz ovoga vrlo jednostavnoga zaključka. Ako želimo dobiti na projekcionom zastoru utisak bijele boje, treba najprije s bilo kakovim filterima dobiti crvenu, zelenu i modru boju. Kad te tri osnovne boje smiješamo dobit ćemo bijelu svjetlost, ali je njezin intenzitet mnogo manji, nego je bio kod izvora svjetlosti. Isto je slučaj i s ostalim smjesnim bojama. To je također uzrok zbog kojega ne upotrebljavaju aditivnu metodu za reprodukciju bojadisanih slika tiskom na papiru. Bijela mjesta bila bi siva i tamnija od papira.

Kod štampe u bojama upotrebljava se druga metoda, koja je poznata pod imenom suptraktivna metoda. I kod ove metode upotrebljavaju se tri temeljne boje. Kod tiska u tri boje prikazana je bijela boja samim bijelim papirom, a sve druge boje nastaju na papiru tiskanjem pigmentnih slika u tri osnovne boje jedna preko druge. Te su boje upravo komplementarne onima, koje se upotrebljavaju kod aditivne metode tj.: žuta, purpur i mo-

drozelena. Ova se metoda zove suptraktivna, jer se od izvora svjetlosti — u tom slučaju bijeloga papira — oduzimaju one boje, koje daju onu boju, koju želimo na papiru postići.

Iz toga slijedi, da film, s kojim želimo snimati slike u bojama suptraktivnom metodom, mora imati tri sloja, koji su lijevani jedan preko drugoga. Prvi je osjetljiv samo za modre zrake svjetlosti, drugi samo za zelene, a treći samo za crvene. Nakon što smo takav film osvijetlili u fotograskom aparatu na najgornjem sloju nastat će slika, koju stvaraju samo modre zrake, koje je reflektirao predmet kojega snimamo. Isto to vrijedi analogno i za druge slojeve i boje. Te su slike naravno bezbojne, pa ih treba tek bojadisati i to onu koja je nastala djelovanjem modrih zraka žuto, sliku koja je nastala u drugom sloju djelovanjem zelenih zraka, treba bojadisati purpurno, a sliku nastalu djelovanjem crvenih zraka, treba bojadisati modro-zeleno.

Još godine 1912 izradio je Rudolf Fischer metodu, kod koje je paralelno s razvijanjem negativa bilo vezano i nastajanje organskih boja. Njemu je uspjelo naći takove dodatke razvijaču, da je istodobno s razvijanjem latentne slike nastala odmah i potrebna boja. To je bio prvi postupak za izrađivanje slika u bojama s emulzijom sa tri sloja. Samo razvijanje tih slika je dosta komplicirano i u kratko sastoji iz slijedećega postupka. Najprije razvija se negativ u razvijaču, koji daje na svim trim slojevima modrozelenu boju. Nakon toga treba izblijediti tu boju u gornja dva sloja, a da treći sloj ostane bojadisan. Sada se ponovno razvija u razvijaču, u kojem se prva dva sloja bojadišu purpurno, a nakon toga se opet toliko izbljeđuje, da prvi sloj izgubi purpurnu boju. Konačno razvija se u trećem razvijaču, gdje prvi sloj postaje žut.

Iz ovoga kratkoga opisa svatko će uvidjeti, da takovo razvijanje ne mogu izvoditi sami amateri, jer je zato potrebno veliko iskustvo i specijalni strojevi, nego da se to može izvesti samo u tvornici po stručnjacima.

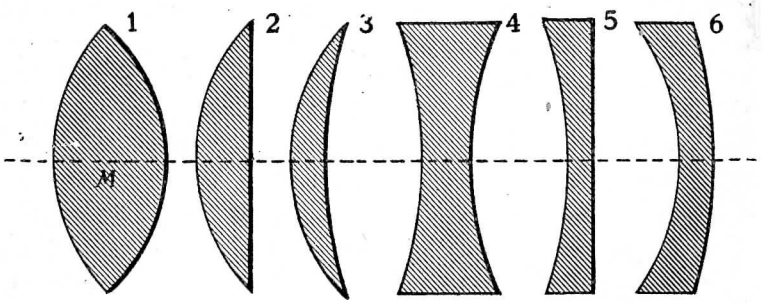
Ako želimo, da u pojedinim slojevima nastane kod razvijanja određena boja i to u svakom sloju druga, potrebno je, da se već kod izrađivanja filma u emulziju dodaju potrebne kemikalije, koje s određenim razvijačem daju željenu boju. Ti dodaci ili kako ih stručno zovu »komponente«, koje kod razvijanja daju žutu, purpurnu i modrozelenu boju ne smiju kemijski djelovati na fotografsku emulziju niti na dodane senzibilizatore, a moraju osim toga imati i to čudno svojstvo, da budu kod izrađivanja emulzije dosta lako topivi, ali kasnije kod izrađivanja negativa moraju u razvijaču biti teško topivi, da ne mogu difundirati iz jednog sloja u drugi, dapače ne smiju difundirati niti u istome sloju.

Takova metoda uspjela je tvornici Agfa (Agfacolor) i Kodak (Kodachrome). Kod »Agfacolor« filma postupak je slijedeći: Na celuloidu filma nanešene su tri emulzije, od kojih je svaka debela 0,005 mm. Najdonja osjetljiva je za crvenu svjetlost, srednja za zelenu, a najgornja za modru. Između srednje i najgornje nalazi se još i žuti filter debljine 0,002 mm. Film se osvijetli u aparatu bez filtera, kao svaki obični film. Ove tri latentne slike, koje su nastale kod snimanja na pojedinim slojevima utjecajem određenih boja razviju se u običnom razvijaču kao svaki drugi negativ. Nakon toga treba film dobro osvijetliti i staviti u drugi specijalni razvijač, u kojem se od prvog razvijanja preostalo bromovo srebro reducira na metalno srebro, a u isto vrijeme nastaje na tim mjestima također u svakom sloju boja djelovanjem razvijača na dodane »komponente«. Osim srebra nastaje najme u razvijaču još neki oksidacioni

produkt, koji s tri različite komponente, daje u svakom sloju drugu boju. Konačno treba u slabom oksidacionom sredstvu odstraniti cijelo metalno srebro, pa je zbog toga takav dijapozitiv potpuno bez zrna i može se mnogo više povećati kod projekcije, nego obični crno-bijeli. Budući da pojedini slojevi nemaju metalnoga srebra, nego su samo bojadisani u njima kemijski nastalom bojom kod razvijanja nije potrebno kod projekcije upotrebiti jače izvore svjetlosti, nego kod običnih crno-bijelih dijapozitiva.

7. OPTIČKE LEĆE.

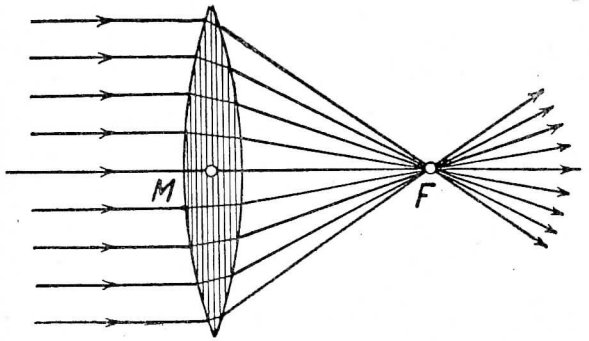
Smjer zraka svjetlosti, koje dolaze od nekoga izvora možemo promijeniti, ako na put zrakama stavimo neko prozirno tijelo, koje lomi zrake svjetlosti. Ako je komad stakla brušen tako, da su mu plohe dijelovi kugle, zovemo ga s f e r n a l e ć a. Prema tome kako je leća brušena razlikujemo: k o n k a v n e i k o n v e k s n e l e ć e (slika 26.). Konveksne su leće u sredini deblje nego na rubovima,



Slika 26.

a konkavne su na krajevima deblje nego u sredini. Ako je leća s obje strane konveksna zove se b i k o n v e k s n a (slika 26, 1), ako je s jedne strane ravna zove se p l a n k o n v e k s n a (slika 26, 2), a ako je s jedne strane konveksna,

a s druge konkavna zove se k o n v e k s k o n k a v n a (slika 26, 3). Ako je slika s obje strane konkavna, zove se b i k o n k a v n a (slika 26, 4), ako je jedna ploha ravna p l a n k o k a v n a (slika 26, 5), a ako je s jedne strane konkavna, a s druge konveksna zove se k o n k a v k o n v e k s n a (slika 26, 6).

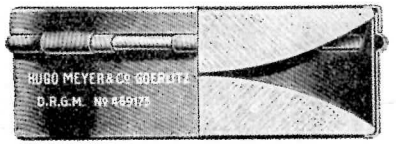


Slika 27.

Padaju li na bikonveksnu leću p a r a l e l n e s u n č a n e z r a k e (slika 27.), pa odmah iza leće namjestimo komad papira, vidjet ćemo jako osvijetljeni krug. Odmičemo li papir od leće, postajat će taj krug sve manji, ali će biti sve jače rasvijetljen. Ako odmičemo papir još dalje, postat će krug opet sve veći, a jakost rasvjete sve manja. Kako smo već kazali, sunce je od nas vrlo daleko, pa možemo uzeti, da su njegove zrake paralelne. Nakon prolaza kroz leću te su zrake k o n v e r g e n t n e. Ako potražimo papirom ono mjesto, gdje je krug najmanji, pa mjesto papira na to mjesto stavimo žigicu, ona će se za kratko vrijeme z a p a l i t i. Leća nam dakle p a r a l e l n e sunčane zrake s k u p l j a u jednoj točki. Ta se točka F zove ž a r i š t e ili f o k u s l e ć e, a ovakova bikonveksna leća zove se zbog toga svojstva s a b i r n a l e ć a. U d a l j e-

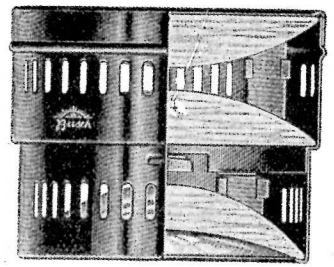
nost žarišta od leće zove se žarišna daljina.

Ako pozitivni krater lučne svjetiljke namjestimo upravo u žarište leće, lomit će se svjetlost u leći i izlazit će iz nje zrake paralelno. Taj pokus možemo izvesti na kinoprojektoru, ako otstranimo mehanizam projektora. Ako odmičemo lučnu svjetiljku od bikonveksne leće, zrake će svjetlosti nakon izlaza iz leće biti konvergentne i sjeći će se to bliže leći, što je izvor svjetlosti dalje od fokusa. Kad bi svjetiljku stavili dosta daleko, zrake bi bile prije loma u leći gotovo paralelne, pa bi se sjekle gotovo u fokusu. Od te točke šire se zrake svjetlosti i dalje, pa su divergentne. Ako stavimo krater pozitivnog ugljena lučne svjetiljke između fokusa i leće, zrake će nakon prolaza kroz leću biti divergentne.

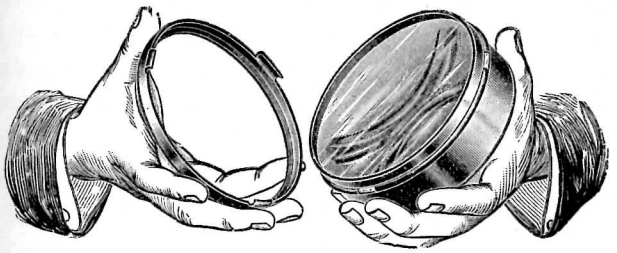


Slika 28.

Zrake svjetlosti, koje izlaze iz nekoga izvora svjetlosti, možemo dakle skupiti s konkavnim zrcalom ili s konveksnom lećom, koju u takovom slučaju zovemo kondenzor. Takav kondenzor sastavljen je redovno od dvije plankonveksne leće, koje su učvršćene u kovnom valjku tako, da su ravne plohe na izvanjskoj strani (slika 28.). Budući da je kondezor namješten u blizini lučne svjetiljke, on će se jako ugrijati, pa zbog toga moraju leće biti tako učvršćene, da se staklo može rastezati, jer će inače leća puknuti. Želimo li kondezor s


Slika 29.

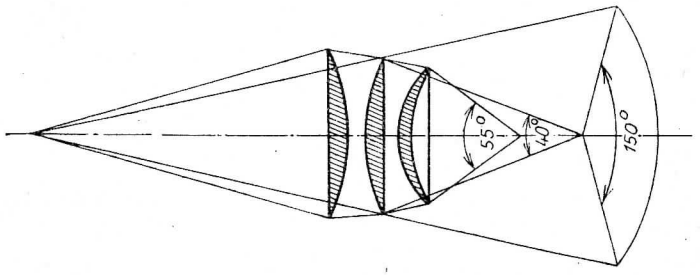
malom žarišnom daljinom, moramo ga sastaviti od tri leće (slika 29.). Slika 30 nam pokazuje, kako se može kondenzor otvoriti, ako ga želimo očistiti. Jer kod takovoga kondenzora lučna svjetljka dolazi još bliže samome kondenzoru, treba da je ona leća, koja je okrenuta prema izvoru


Slika 30.

svjetlosti od takovoga stakla, koje se može vrlo jako ugrijati, a da ipak ne pukne. Ima danas takovih staklenih ploča, Tempax-staklo, koje podnašaju vrlo visoku temperaturu i apsorbiraju mnogo topline. Osim toga može se između lučne svjetiljke i kondenzora umetnuti posuda s ravnim paralelnim stijenama, kroz koju neprekidno prolazi hladna voda. Ako bi voda stajala na miru, ona će se ugrijati, pa će apsorbirati manje topline, a osim toga skupe se na staklu mjehurići zraka, kojega uvijek ima u vodi, pa time gubimo mnogo na svjetlosti. S takovom kivetom zaštitimo kondenzor, a ujedno umanjimo opasnost, da se zbog toplinskih zraka lučne svjetiljke upali film.

Današnji moderni aparati upotrebljavaju gotovo isključivo mjesto kondenzora konkavno zrcalo. Razlog je tome taj, jer sa zrcalom mnogo bolje iskorišćujemo izvor svjetlosti. Konkavno zrcalo baca na film u prozorčiću mnogo više svjetlosti, nego kondenzor. Na slici 31. vidimo, da kondenzor s dvije leće skupi samo onu svjetlost, koja pada od lučne svjetiljke na njega pod kutem od 40°.

Trostruki kondenzor, koji ima manju žarišnu daljinu, skupi zrake svjetlosti, koje na njega padaju pod kutem od 55°, dok konkavno zrcalo baca na film svu onu svjetlost, koja izbija iz užarenog pozitivnog ugljena pod kutem od 150°. To znači, da možemo postići istu jakost rasvjete na projekcionom zastoru s mnogo slabijom strujom, tj. s manjim novčanim izdacima. Jasno je, da takovo konkavno zrcalo sakuplja na filmu i veću množinu toplinskih zraka, pa zbog toga treba u tom slučaju film bolje hladiti za vrijeme projekcije.



Slika 31.

Svako tijelo kroz koje prolazi svjetlost, upija ili apsorbira jedan dio svjetlosti. Kako su kondenzori dosta debele leće, oslabi svjetlost prolazeći kroz njega. Ako svjetlost skupljamo s konkavnim zrcalom, toga gubitka nema, jer zrcalo reflektira svjetlost. Upotrebom lučne svjetiljke sa zrcalom štedimo dakle na struji. Ta uštednja može iznositi često i 80%.

Takova zrcala za lučne svjetiljke izrađena su ili od stakla ili od kovine. Kovna zrcala nisu zgodna, jer se razvijaju različiti plinovi dok lučna svjetiljka gori, pa zrcalo gubi sjaj i zbog toga loše reflektira svjetlost. Staklena zrcala grade se od jakoga specijalnog stakla, koje podnosi visoku temperaturu i koje je na stražnjoj strani

pozrcaljeno, pa vrlo dobro reflektira svjetlost i može se lako obrisati, ako je postalo mutno.

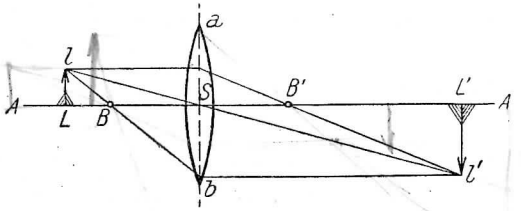
Svi ovi zakoni, koje smo naveli za bikonveksnu leću i konkavno zrcalo vrijedi samo približno, jer izvor svjetlosti nikada nije točka. Pozitivni krater lučne svjetiljke je mala usijana ploha. Isto tako spomenute leće i zrcala ne sakupljaju zrake svjetlosti u jednoj točki, ako bi i izvor svjetlosti bio točka. Zbog toga se upotrebljavaju u praksi paraboličnа ili eliptičnа zrcala, kod kojih se na pr. zrake koje padaju na zrcalo paralelno s osovinom sastaju u istinu u fokusu i zrake koje dolaze od izvora svjetlosti u fokusu odlaze od zrcala u istinu paralelno, pa je zbog toga svjetlost mnogo bolje iskorištena.

8. OBJEKTIV.

Do sada smo opisali kako možemo zrake svjetlosti, koje izlaze iz izvora svjetlosti skupiti i dovoljno jako rasvijetliti sličicu filma. Sada je još potrebno, da rastumačimo kako ćemo dobiti na projekcionom zastoru uvećanu sliku te sličice. U tu nam svrhu služi konveksna leća. Mi već znamo, da se zrake svjetlosti nakon loma u leći sastaju opet u jednoj točki, ako se svijetli predmet, u našem slučaju filmska sličica, nalazi izvan fokalne udaljenosti.

Da rastumačimo postanak povećane filmske sličice na zastoru pogledajmo sliku 32. Ll prikazuje filmsku sličicu. Treba da nađemo mjesto, gdje će nastati slika točke l. Od te točke l šire se zrake svjetlosti na sve strane, pa će jedna od njih pasti na leću paralelno s njezinom osi. Mi znamo, da će se ta zraka lomiti u leći i nakon izlaza prolaziti kroz fokus B'. Druga jedna zraka prolaziti će od točke l kroz fokus B, a nakon loma u leći bit će paralelna s osi leće. Te će se dvije zrake sjeći u točki l'. Ovdje dakle nastaje slika točke l. Budući da se tu zrake nakon loma

faktički sijeku, možemo tu sliku uhvatiti na zastoru. Ako bismo na isti način potražili slike svih ostalih točaka filmske sličice L l, našli bismo ih isto podijeljene između L' i l'. Tu će dakle nastati povećana slika sličice s filma. Vidimo, da je ta slika ne samo uvećana, nego je i obrnuta. Veličina te slike zavisi od fokalne udaljenosti leće, i od daljine, u



Slika 32.

kojoj se sličica na filmu nalazi od fokusa leće. Što je filmska sličica bliže fokusu, bit će njezina slika dalje od leće i bit će veća ako hoćemo da je potpuno oštra. Ako je dakle određena daljina slike od leće duljinom dvorane, onda ćemo dobiti željenu veličinu slike, ako upotrebimo određenu žarišnu daljinu leće.

Ako pokušamo s takovom jednostavnom lećom projicirati sličicu, vidjet ćemo, da će slika na zastoru biti vrlo loša. Ako udesimo daljinu sličice od objektiva tako, da bude sredina slike oštra u projekciji, bit će rubovi nejasni, osim toga bit će rubovi slike bojadisani, a slika će biti slabo rasvijetljena.

Sve te pogreške možemo otstraniti, ako upotrebimo za projekciju o b j e k t i v, koji je složen iz više različitih leća, koje sve zajedno djeluju kao konveksna leća. Na taj način možemo otstraniti sve one prije spomenute pogreške obične leće. Od dobroga objektiva zahtijevamo prema tome:

1. da bude cijeli zastor za projekciju jednoliko i dobro rasvijetljen.

2. Slika mora biti od sredine do rubova svagdje jednako oštra.

3. Slika ne smije ni na jednom mjestu biti izobličena.

Slika će biti to bolje rasvijetljena, što je r e l a t i v n i o t v o r o b j e k t i v a veći. Relativni otvor zovemo omjer promjera na objektivu prema njegovoj žarišnoj daljini. Ako je na pr. žarišna daljina nekoga objektiva 210 mm, a otvor na objektivu 61 mm bit će njegov relativni otvor 1 : 3,5 ili kako se često na objektivima označuje F/3,5. Sve velike optičke tvornice grade takove dobro korigirane objektive. Na slici 33 i 34 vidimo na pr. Neokinoobjektiv tvrtke Busch. Međusobnim sporazumom tvornica izvanjski je promjer cijevi objektiva, u kojoj su smještene leće: 42,5 mm, 52,5 mm i 62,5 mm.

Slika 33.

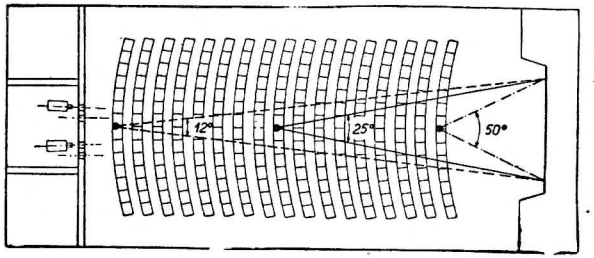
Kako smo već prije kazali, ovisna je veličina slike na zastoru o udaljenosti zastora od objektiva i o žarišnoj daljini objektiva, jer je veličina sličice na filmu određena. Želimo li dakle u nekoj dvorani projicirati film, treba prema duljini dvorane i veličini zastora odabrati žarišnu daljinu objektiva.

Treba još dodati, da ne možemo u nekoj dvorani uzeti prema volji veliku sliku, ako želimo, da ju publika s različitih mjesta u dvorani može dobro promatrati. V i d n i m k u t e m zovemo onaj kut, što ga čine dogledne zrake od rubova slike u naše oko. Najzgodniji kut za promatranje slike je 25° (slika 35.). Pod tim vidnim kutem neka promatra sliku osoba, koja sjedi u sredini dvorane. Jednostavni matematički račun pokazuje, da je u tom slučaju širina slike uvijek po prilici jednaka 1/5 duljine dvorane. Ona osoba,

koja sjedi na kraju dvorane promatrat će sliku pod nepovoljnijim kutem od samo 12°, a ona koja sjedi u prvome

Slika 34.

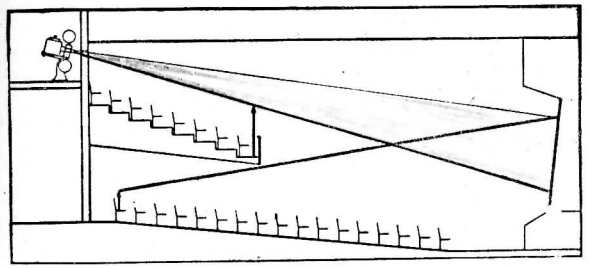
redu pod kutem od 50°. To je jedan razlog da su najlošija, pa zbog toga i najjeftinija mjesta u kinokazalištu u prvim redovima stolaca.



Slika 35.

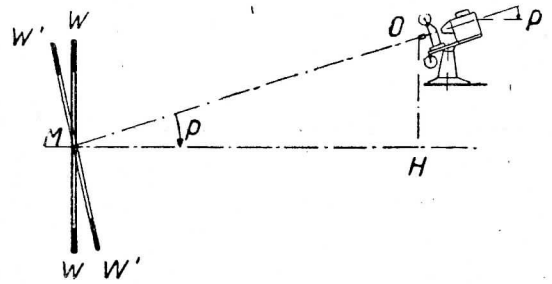
Osim toga treba uzeti u obzir i prostorne prilike i konstrukciju dvorane, da se vidi hoće li biti moguće projicirati sliku te veličine. O tome se možemo uvjeriti na vrlo jednostavan način, ako narišemo dvoranu u pravome mjerilu u vertikalnome prerezu (slika 36.). Na balkonu narisat ćemo vertikalni potez duljine 2 metra uz ogradu

balkona (stojeća osoba sa šeširom), a u parketu potez od 1,25 (siedeća osoba). Ako potegnemo doglednu zraku



Slika 36.

osobe u parketu i graničnu zraku projekcionog aparata, vidjet ćemo odmah da li je moguće da nesmetano projiciramo sliku one veličine, kako smo pretpostavili prije.

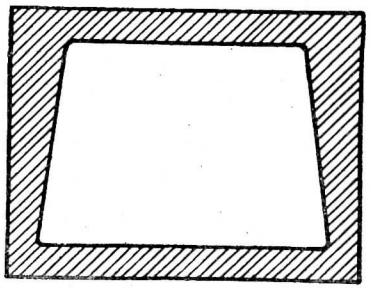


Slika 37.

Ako je optička osovina projekcionog aparata priklonjena prema horizontalnoj ravnini za kut veći od 5° potrebno je, da se također i projekcioni zastor postavi koso, kako bi se izjednačila pogreška u projekciji (slika 37.). Kut, što ga u tom slučaju zastor zatvara s vertikalnom ravninom mora biti polovica onoga kuta, za koji je priklonjena osovina projektora. Time nije potpuno otstranjeno

izobličenje slike, ali ako postavimo zastor još kosije, bit će slika opet izobličena zato, jer publika gleda sliku pod kosim kutem.

Osim toga je potrebno da projekcioni zastor dobije tamni okvir, koji mora biti manji nego što je projicirana slika. Prozorčić u projekcionom aparatu je bliže objektivu nego sličica na filmu, pa rub slike na zastoru nije više



Slika 38.

oštar, a to bi smetalo, kad bi rub prijicirane slike padao na bijeli zastor. Obično se mora slika projicirati s priklonjenom osovinom projektora, pa ona ima oblik trapeza (slika 38.). Ako je bijeli zastor manji nego slika, padat će rub slike na tamni okvir, pa ga ne ćemo vidjeti, a slika će imati prave kuteve.

Na temelju optičkih zakona, možemo u svakom slučaju izračunati potrebnu žarišnu daljinu objektiva. Na pr. dvorana je duga 12 m, a želimo sliku visoku 3 m, pa pitamo kolika mora biti žarišna daljina objektiva. Koliko puta je duljina dvorane veća od visine projicirane slike, toliko puta mora žarišna duljina biti veća od visine filmske sličice t. j. $12 = 3 \times 4$, pa je žarišna duljina $= 24 \times 4$ mm $= 96$ mm.

Za temelj izračunavanja u slijedećoj tabeli uzeta je veličina slike 18×24 mm, kakova je služila kod nijemog filma.

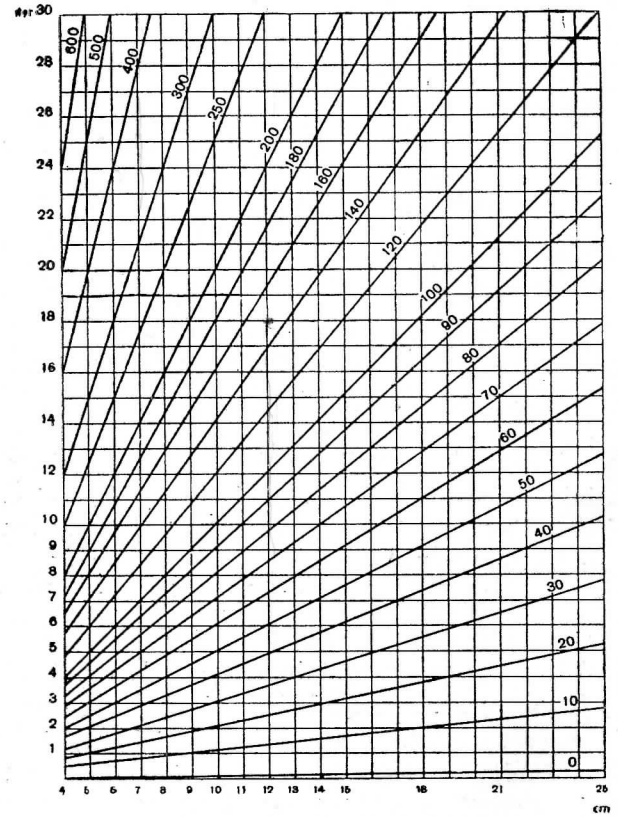
Žarišna daljina cm	Veličina projicirane slike u cm.					
	Udaljenost aparata od zastora					
	8 m	10 m	14 m	18 m	24 m	30 m
7	204×272	255×341	258×478	460×614	605×821	770×1026
7,5	190×254	238×318	334×446	430×574	574×766	718×958
8	178×238	223×298	313×418	403×538	538×718	673×898
8,5	168×223	210×280	295×393	379×506	507×675	633×845
9	158×211	198×264	278×371	358×478	478×638	598×798
9,5	150×200	188×250	264×351	339×452	453×604	567×756
10	142×190	178×238	250×334	322×430	430×574	538×718
11	129×172	162×216	227×303	293×390	381×521	489×652
12	118×158	148×198	209×278	268×358	358×478	448×598
13	109×145	137×182	190×256	248×330	330×441	414×552
14	101×135	127×169	178×238	230×306	307×409	384×512
15	94×126	118×158	166×222	214×286	286×382	358×478
18	78×104	98×131	138×184	178×239	238×318	298×398
21	67× 89	84×112	118×158	152×203	204×272	255×340

Često je potrebno znati postignuto povećanje slike, koje nastaje kod projekcije. Te podatke možemo izvaditi iz slijedećeg diagrama (slika 39.). Na horizontalnoj osi nanesene su žarišne daljine u cm, a na vertikalnoj udaljenost objektiva od projekcionog zastora. Kosi pravci, na kojima su označena povećanja, pokazuju kako možemo ta povećanja postići. Tako na pr. nastaje od objektiva sa žarišnom daljinom 10 cm = 100 mm u udaljenosti od 18 m na zastoru 180 puta povećana slika prema originalnoj filmskoj sličici.

Fokalnu udaljenost objektiva u centimetrima možemo približno izračunati na vrlo jednostavan način ovako: Udaljenost objektiva od zastora za projekciju izraženu u centimetrima podijelimo s brojem, koji određuje poželjno povećanje povećanom za jedan. Na pr.: dvorana je duga 25 metara, tj. udaljenost objektiva od zastora za projekciju je 2500 cm. Želimo, da slika na zastoru bude široka 4.80 m.

Povećanje slike bit će u tom slučaju 480 : 2,4 = 200. Prema prije spomenutom pravilu bit će

$$\frac{2500}{200 + 1} = 12{,}8 \text{ cm}$$



Slika 39.

U toj dvorani trebat ćemo dakle, da postignemo željenu veličinu slike objektiv sa žarišnom daljinom 128 mm.

Vrlo često projiciramo s istim projektorom i dijapozitive, koji su veći od filmskih sličica, pa su potrebni u tu svrhu drugi objektivi, jer projiciramo na isti zastor, tj. veličina projicirane slike je ista. U slijedećoj tabeli navedeni su odnošaji između veličine dijapozitiva, koji se obično upotrebljava, 8,5×8,5 cm, duljine dvorane i žarišne daljine objektiva i veličine projicirane slike.

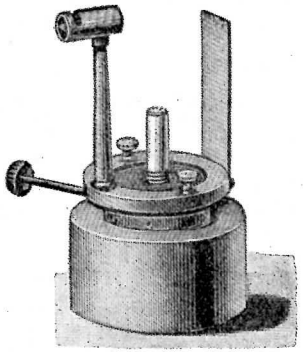
Žarišna daljina cm	Veličina projicirane slike u cm. Udaljenost objektiva od zastora					
	8 m	10 m	14 m	18 m	24 m	30 m
14	421×421	536×536	743×743			
15	393×393	493×493	693×693			
18	326×326	410×410	576×576			
20	293×293	368×368	518×518	668×668	892×892	1117×1117
21	278×278	350×350	493×493	635×635	850×850	1064×1064
25	233×233	293×293	413×413	533×533	713×713	893×893
30	193×193	242×242	343×343	443×443	593×593	743×743
35	164×164	207×207	292×292	378×378	507×507	635×635
40	143×143	180×180	255×255	330×330	443×443	555×555
45	126×126	159×159	233×233	292×292	392×392	493×493
50	112×112	143×143	203×203	263×263	353×353	443×443
55	101×101	129×129	184×184	238×238	320×320	401×401
60	92× 92	118×118	167×167	218×218	292×292	368×368
70				185×185	250×250	314×314
80				161×161	218×218	274×274
100				128×128	173×173	218×218

9. MJERENJE ENERGIJE SVJETLOSTI.

Današnji veliki i nagli razvitak kinotehnike zahtijeva, da svaki kinooperater pozna najosnovnije zakone i pojmove iz tehnike rasvjete, jer inače ne može shvatiti djelovanje modernih projekcionih aparata, pa ih prema tome ne može niti valjano posluživati.

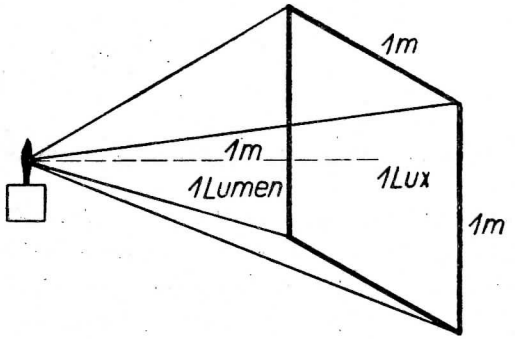
Prije određivale su se optičke prilike s jedinicom za jakost svjetlosti, koja se zove Hefnerova svijeća (HK). U praksi nas ta veličina ne interesira, jer nam ne prikazuje rasvjetne prilike u nikojem slučaju. Ona nam služi danas samo zato, da pomoću nje odredimo one veli-

čine, koje su važne u praksi, a to je struja svjetlosti i jakost rasvjete. Jakost svjetlosti 1 HK izbija iz svjetiljke punjene amilnim acetatom, ako je promjer stijenja 8 mm, a visina plamena je 40 mm (slika 40.) i to u horizontalnom smjeru.



Slika 40.

Pomislimo, da gori izvor svjetlosti, koji na sve strane u prostoru izbija jakost svjetlosti 1 HK (slika 41.) Ako se u udaljenosti 1 m od tog izvora svjetlosti nalazi zastor, to će taj zastor biti od izvora svjetlosti rasvijetljen i mi kažemo, da je jakost rasvjete toga zastora jedinica, a zove se lux (Lx.) Pretpostavimo, da je jakost rasvjete



Slika 41.

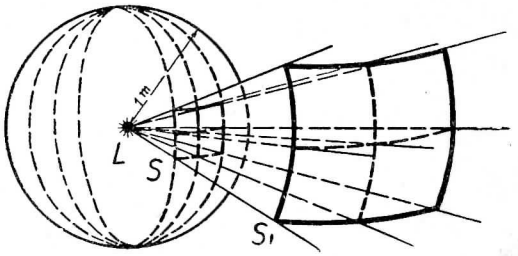
na cijeloj površini zastora jednaka, pa izrežimo iz zastora upravo 1 m². Ako je jakost rasvjete 1 Lx, to iz toga izvora svjetlosti izbija upravo jedinica struje svjetlosti, koja se zove 1 lumen (Lm).

Prema tome vidimo, da postoji ovaj odnošaj među ovim veličinama

$$\text{Lux} = \frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2}$$

Kad bismo mjesto 1 HK upotrebili jači izvor svjetlosti, na pr. električnu žarulju od 50 HK, bila bi jakost rasvjete na zastoru također 50-struka, tj. 50 Lx, a ukupna struja svjetlosti, koja bi padala na 1 m² plohe bila bi 50 Lm.

Ako bi povećali plohu na 2 m² jakost rasvjete ostala bi ista, ali bi bila struja svjetlosti, koja pada na veću plohu 2 Lm.



Slika 42.

Pomislimo izvor svjetlosti, koji izbija u svim smjerovima u prostor jakost svjetlosti 1 HK. Ako se taj izvor svjetlosti nalazi u središtu kugle s polumjerom 1 m, bit će unutrašnja površina kugle rasvijetljena s jakosti rasvjete 1 Lx. (slika 42.). Budući da je površina kugle određena s izrazom 4 r^2 = 4. 3,14. 1 = 12,7 m² bit će ukupna struja svjetlosti toga izvora = 12,7 Lm. Struja svjetlosti, koja izbija u svim smjerovima jednoliko svjetlost, a jakost svjetlosti je 50 HK, bit će prema tome 50 × 12,7 = 570 Lm.

Ako plohu S pomaknemo u veću daljinu od izvora svjetlosti (slika 42.) u položaj S_1, vidimo, da ista struja svjetlosti pada na četiriputa veću plohu. To znači, da je jakost rasvjete pala na četvrtinu. Jakost rasvjete

obratno je proporciomalna s kvadratom udaljenosti plohe od izvora svjetlosti.

Svjetlinom izvora svjetlosti zovemo onu jakost svjetlosti, koju taj izvor izbija iz 1 cm² površine okomito na površinu. Ako je jakost svjetlosti 1 HK, kažemo, da je svjetlina toga izvora 1 Stilb (1 Sb). Slijedeća tabela pokazuje nam svjetline nekih običnih izvora svjetlosti.

Izvor svjetlosti	Svjetlina u HK/cm²
Stearinska svijeća	0,66
Petrolejska svjetiljka	0,62—1,5
Mrežica plinska stojeća	3,2—5,7
Mrežica plinska, viseća	6,4
Acetilen	6—9
Žarulja s ugljenovom niti 4 W/HK	45—50
Žarulja s voframovom niti 1,1 W/HK	150
Plinom punjena žarulja 0,5 W/HK	800
Osram-Nitra-projekciona žarulja 15 V, 600 W	3.000
Pozitivni homogeni ugljen	13.500
Goerz-Beck efektni ugljen	120.000
Lučna svjetiljka pod tlakom 22 atmosfere i 7600° C	284.000
Sunce u zenitu	100.000—150.000

U kazalištima, koja mogu primiti oko 1000 osoba, može se kazati, da je na zastoru za projekciju dovoljna jakost rasvjete od 50 Lx. Svakako je dobro, ako izvor svjetlosti ima neku rezervu za slučaj, da je kopija nekoga filma nešto gušća, pa da se može upotrebiti u tom slučaju veća jakost svjetlosti. U svakom slučaju bit će uvijek dovoljno 75 Lx.

U slijedećoj tabeli sastavljeni su neki podaci o potrebnoj jakosti rasvjete i o struji svjetlosti kod kinematografske projekcije.

Vrst projekcije	Širina slike m	Veličina zastora m²	Jakost rasvjete Lx	Struja svjetlosti Lm
Kućni kino	1—2	0,7—3	20—25	20—60
Školski kino:				
mali	1,5—2	1,7—3	25—35	40—100
srednji	2—3	3—6	30—40	90—220
veliki	3—4,5	6—15	40—50	220—750
Kazalište:				
malo	4—5	12—20	50—60	600—1200
srednje	5—6	20—30	60—70	1200—2000
veliko	6—8	30—50	70—80	2000—3500

Obično se uzima kao pravilo: Jakost rasvjete zastora neka bude u Luxima 10 puta tolika, kolika je širina slike u metrima.

Snaga lučnih svjetiljka određuje se u Lumenima i to tako, da se označuje kolika je struja svjetlosti, koju izbija kinoprojektor, ako u njemu upotrebimo tu lučnu svjetiljku. To je dakle struja svjetlosti, koja izlazi kroz objektiv mirnog projekcionog aparata i pada na projekcioni zastor. Kod toga možemo zanemariti male gubitke na prozorima kabine. Običaj je, da se u kinotehnici određuje struja svjetlosti kod mirnog projekcionog aparata, dakle bez gubitaka, koji nastaju zbog zaslona, koji pokriva jedno vrijeme objektiv. Kad je stroj u pogonu zaslon kod zvučnog filma zadrži po prilici polovicu struje svjetlosti. Kod starijih aparata za nijemi film imali su zasloni tri krila, pa je gubitak svjetlosti bio još veći.

10. PROJEKCIONI ZASTOR.

Dobra projekcija slike u kinematografu zavisi mnogo o projekcionom zastoru. Kod projekcije dolazi u obzir samo ona svjetlost, koju zastor reflektira, jer projicirana slika pada na zastor s iste strane, s koje je i publika gleda. Projekcija s prolaznom svjetlosti, tj. tako, da se projekcioni

aparat nalazi s jedne strane zastora, a publika s druge strane, ne upotrebljava se u kinokazalištu, jer se gubi mnogo prostora, a i svjetlosti zbog apsorpcije u transparentnom zastoru.

Kako smo već prije kazali tijelo jedan dio svjetlosti, koja pada na njega apsorbira, drugi dio prolazi, a treći dio reflektira. Ako je površina r a v n a i g l a t k a, nastaje p r a v i l n a r e f l e k s i j a, pa zastor s takovim svojstvima ne možemo upotrebiti za projekciju slike, jer bi u oko gledaoca došao samo jedan dio zraka, od onih koje padaju na zastor, tj. samo one, koje se nakon pravilne refleksije šire u smjeru prema oku gledaoca. Drugim riječima gledalac bi vidio samo jedan dio slike i to na svakom mjestu u kazalištu drugi dio slike.

Ako je površina zastora h r a p a v a, svjetlost će se d i f u z n o reflektirati na sve strane, pa nam se čini kao da je zastor postao izvor svjetlosti, a jakost rasvjete pojedinog mjesta na zastoru proporcionalna je s množinom svjetlosti, koja pada na to mjesto na zastoru. U tom slučaju slika je na zastoru tako osvijetljena, kako odgovara gustoći pozitiva na sličicama filma. Zastor mora biti dakle tako udešen, da bude slika što svijetlija i da reflektira po mogućnosti u svim smjerovima jednoliko.

Prvi uvjet za dobru projekciju slike je taj, da zastor ne propušta ništa svjetlosti, da što manje apsorbira, nego da reflektira što više svjetlosti, koja je na njega pala. Onaj dio svjetlosti, koji prođe kroz zastor izgubljen je za rasvjetu slike na zastoru, jer ne dolazi u oko gledaoca. U kinokazalištima upotrebljavali su zbog toga za projekciju nijemog filma kao zastor stijenu, koja je bila presvučena naslagom sadre. Ima slučajeva, gdje se je morao upotrebiti platneni zastor, kao na pr. u dvoranama, gdje se pozornica upotrebljava i u druge svrhe. U tom slučaju treba upo-

trebiti čvrsto platno, koje je naličeno neprozirnim slojem boje. Ako se zastor namata, kad ga dižemo takova boja brzo popuca i time postaje projekcija loša. U mnogo slučajeva imaju prednost t. zv. k o v n i z a s t o r i. Površina platna prevučena je prašinom od aluminijuma, koja je pomiješana s kakovim lijepilom, pa takav zastor reflektira mnogo više svjetlosti nego obični bijeli zastor. Refleksija je najjača u smjeru okomitom na zastor i naglo opada, što više gledamo sa strane. Obični bijeli zastor — naročito od papira — reflektira svjetlost približno jednako na sve strane, pa je slika jednoliko rasvijetljena, ma s kojega mjesta u dvorani gledali. Što se zastor od aluminijuma manje sjaji, manja je razlika u jakosti rasvjete pojedinih mjesta na slici za gledaoca na različitim mjestima dvorane.

Ovakovi zastori dolaze danas u obzir samo kod nijemoga filma, pa će prema tome sve ovo trebati uzeti u obzir samo amateri kod projekcije svojih filmova, jer u kinokazalištima dolazi u obzir samo tonkino, a u tu svrhu treba sasvim druge zastore, o kojima ćemo govoriti nešto kasnije.

Kakav će se zastor upotrebiti za projekciju slike zavisi u glavnome o obliku prostorije, gdje se slika projicira. Ako je dvorana široka i kratka ne možemo upotrebiti srebrni zastor, jer većina gledaoca gleda na zastor pod kosim kutem, pa će za njih biti slika vrlo slabo rasvjetljena. Naprotiv, ako je dvorana uska i duga, publika gleda na zastor gotovo okomito, pa ćemo dobiti vrlo dobre rezultate sa srebrenim zastorom. Takove će prilike biti obično kod kućnoga kina, gdje se gledaoci mogu uvijek tako smjestiti, da ne gledaju koso na projekcioni zastor. Srebreni zastor za projekciju osobito lijepo djeluje kod projekcije filma u bojama, jer su boje osobito briljantne i kontrastne.

Treba upozoriti na još jednu mogućnost kod srebrenih zastora. Ako ima zastor veliki sjaj može se dogoditi, da se

svjetlost, koja dolazi iz objektiva reflektira direktno, pa će pojedina osoba vidjeti na zastoru svijetli okrug, kao sliku objektiva, a to vrlo smeta kod projekcije.

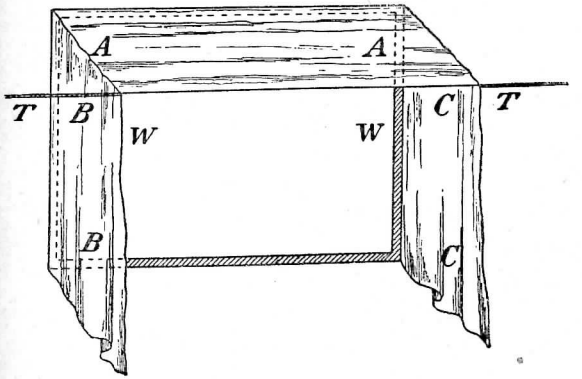
S obzirom na moć refleksije različitog materijala izvedeno je mnogo mjerenja, pa u slijedećoj tabeli donosimo nekoliko vrijednosti, koje će možda mnogome operateru i napose amateru u praksi dobro doći.

Vrst zastora za projekciju	Maksimalna moć refleksije	Kut koji se može iskoristiti
Obični bijeli papir	1,0	—
Grubo mutno staklo, mutna strana posrebrena	1,6	96°
Aluminijski prašak s lijepivom	2,9	56°
Aluminijum u celuloidu	3,4	71°
Hrapavi aluminijski zastor	3,4	84°
Glatki zaslon	13,8	48°

Najveća moć refleksije običnog papira označena je u ovoj tabeli s 1,0. Općenito se iz ove tabele vidi, da s povećanjem moći refleksije postaje kut, koji se može iskostiti za projekciju sve manji. Aluminijski zastori mogu se dakle upotrebiti samo u uskim i dugim prostorijama.

U kinokazalištu projicira se slika uvijek u potpuno tamnoj dvorani. Događa se da će operater biti prisiljen, da projicira u prostoriji, koja je donekle rasvijetljena s umjetnom svjetlosti, na pr. u kavani ili gostionici, pa pred večer na otvorenom prostoru. U tom slučaju treba svladati neke poteškoće. Ako svjetlost pada direktno na projekcioni zastor, izgubit će slika mnogo na kontrastima, postat će blijeda. Zbog toga treba nastojati, da zastor dođe na takovo mjesto, koje je što bolje zaštićeno od direktne rasvjete, pa je dobro zasjeniti ga sa svih strana sa crnim zastorom (slika 43.). Osim toga treba upotrebiti što jaču rasvjetu. Kod takove projekcije javljaju se poteškoće zbog svojstva našega oka, o kojem smo govorili na strani 28.

Kod zvučnoga filma smješten je zvučnik u sredini plohe, na koju se projicira slika, jer samo u tom slučaju nam se čini, da pjevaju ili govore osobe na slici. Ako bi smjestili zvučnik negdje na strani kraj slike, bio bi utisak na naša osjetla potpuno neprirodan. Budući da zvučnik mora biti smješten iza projekcione plohe, to mora ona



Slika 43.

propuštati valove zvuka. U praksi se je pokazalo, da vrlo dobro djeluju zastori, koji su pleteni iz grubih niti tako, da je takav zastor šupljikav. Ton je kod takovih projekcionih površina dobar, ali se gubi dosta svjetlosti, koja prolazi kroz rupice na zastoru, pa treba upotrebiti nešto jaču struju za pogon lučne svjetiljke.

11. RASVJETA DVORANE.

U dvorani kinokazališta može se računati, da najviše jedan sat na dan gori potpuna rasvjeta, pa zbog toga ne treba polagati veliku važnost na ekonomičnu rasvjetu. Nije važno koliko će struje trošiti cijeli uređaj za rasvjetu dvorane. Zbog toga vrlo se često upotrebljava i n d i r e k t n a

r a s v j e t a, koja je nešto skuplja, jer svjetlost od izvora pada na strop, pa se tek od njega difuzno reflektira po dvorani. Takova je rasvjeta vrlo zgodna za dvorane kino-kazališta, jer ne bliješti u oči publike. Razlika u jakosti rasvjete kod projekcije filma i u odmorima ne smije biti prevelika, jer bi to umaralo oči gledaoca. Općenito se može kazati, da je dovoljno, ako je jakost rasvjete u dvorani 25 do 35 Luxa. Da postignemo tu jakost rasvjete potrebno je potrošiti 10 do 14 vata električne energije po m^2 površine dvorane. Želimo li upotrebiti takovu indirektnu rasvjetu mora bezuvjetno strop biti bojadisan bijelo ili u kojoj drugoj svijetloj boji.

Ako se u manjim kazalištima upotrebi d i r e k t n a r a s v j e t a bit će troškovi rasvjete nešto manji, jer u tom slučaju dolazi na m^2 površine samo potrošak od 6 do 8 vata. Kod direktne rasvjete treba osobito paziti, da izvori svjetlosti ne zabliješte oči gledaoca, pa ih zato redovno pokrivaju s mutnim staklom.

U prostoru pred blagajnom, u čekaonici i u hodnicima mora biti mnogo bolja rasvjeta. Budući da ovdje svjetlost gori neprekidno dulje vrijeme treba misliti na ekonomičnost rasvjete. Treba udesiti rasvjetu tako, da bude jakost rasvjete najmanje 80 Luxa. Ovdje će biti uvijek ekonomičnije upotrebiti d i r e k t n u r a s v j e t u, ali u svakom slučaju treba same žarulje zasloniti s transparentnim staklom, jer se na taj način dobije jednoličnija rasvjeta prostorija. Što je prostorija viša, može se upotrebiti manje jakih izvora svjetlosti, jer su takovi uvijek ekonomičniji. Ako su prostorije niske mora se namjestiti više izvora s manjim intenzitetom, da bude rasvjeta jednolična.

Kod projektiranja rasvjete treba svakako predvidjeti posebnu rasvjetu za spremanje i čišćenje prostorija, jer bi inače potpuna rasvjeta bila preskupa.

Osim toga je zgodno, ako je rasvjeta podijeljena na zgodni način u više strujnih krugova, jer se tako može polagano dvorana potamnjivati iskapčajući pojedine strujne krugove jedan za drugim. Još je zgodnije, ako se u glavni vod rasvjete dvorane uvrsti transformator, koji postepeno umanjuje napetost rasvjetne struje, pa cijela rasvjeta polagano postaje sve tamnija, dok ne nastane potpuna tama. Slični se efekt postizava i s reostatom, ali ne može oslabljivanje rasvjete biti tako jednolično i polagano kao kod transformatora.

Prema redarstvenim propisima moraju izlazna vrata iz dvorane biti označena za vrijeme pretstave sa slabim svijetlom, kako bi publika u slučaju kakove nesreće vidjela, gdje su izlazi. Ta rasvjetna mjesta moraju biti tako postavljena, da ih publika može vidjeti, ali s druge strane ne smiju opet sa svojom svjetlosti smetati projekciji. Ta rasvjetna mjesta treba tako smjestiti, da njihova svjetlost ne pada direktno na zastor za projekciju, a osim toga može svjetlost biti jako prigušena. Često se upotrebljava crveno staklo na takovim rasvjetnim mjestima. Upotrebljavaju u tu svrhu također tinjalice, koje daju narančastu svjetlost, a troše vrlo malo struje.

Takova rasvjeta za slučaj nezgode mora biti tako udešena, da nema nikakove veze s ostalom rasvjetom dvorane. Ako ta rasvjeta nije priključena na akumulatorsku bateriju, treba je priključiti prije glavnih osigurača za rasvjetu dvorane, tako da taj strujni krug i onda ostane pod strujom, ako nastane defekt u rasvjeti dvorane.

Međutim može se dogoditi, da nastane defekt i u samoj mreži, pa treba zato predvidjeti svakako bilo kakovu rasvjetu, koja nije ovisna o rasvjetnoj mreži, da publika u dvorani ne ostane u potpunoj tami, jer to može imati vrlo kobnih posljedica.

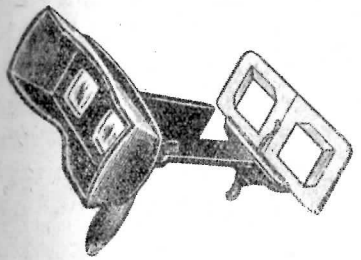
Ako se upotrebljavaju akumulatori, tada mora vlasnik i operater kinokazališta uvijek voditi brigu o tome, da su akumulatori u pravo vrijeme napunjeni, kako bi u slučaju nesreće bezprikorno funkcionirali. Treba spomenuti jednu važnu okolnost. Vodovi za ovu rasvjetu u slučaju nezgode ne smiju prolaziti kroz projekcionu kabinu, jer bi lako mogli biti oštećeni, ako se u kabini pojavi vatra. Dužnost je vlasnika i operatera kinokazališta, da ovaj uređaj za rasvjetu u nesreći drži u redu ne samo zbog odredaba nadzornih vlasti, nego zbog samog osjećaja odgovornosti, koju oni nose, ako zbog kojega njihovog propusta nastane među publikom panika, kojo će se prilikom u tami unesrećiti nerazmjerno veći broj osoba, nego ako u dvorani gori ma i najslabija svjetlost.

U kinokazalištima, koja još nemaju zvučne aparature, smeta kod projekcije svjetlost, koju mora imati glazba. O tome međutim danas više ne treba mnogo govoriti, jer su već vrlo mnoga kinokazališta nabavila zvučne aparate.

12. PLASTIČKI FILM.

Kinotehnika razvila se danas već toliko, da možemo kazati, da je fotografska reprodukcija, govor i glazba, a donekle i boja dotjerana. Nešto manjka današnjem filmu, a to je p l a s t i k a, tj. mi vidimo gledajući filmsku projekciju slike — fotografije — ali ne vidimo snimljene predmete i osobe u prostoru, onako kako ih vidimo u prirodi. Kako je poznato mi možemo predmete tako fotografski snimiti, da postignemo na slici potpunu plastičnost. Takove se snimke zovu s t e r e o s k o p s k e s n i m k e. Mjesto jedne snimke predmeta ili osobe treba snimiti dvije, koje nisu potpuno jednake. Te slike prikazuju nam snimljeni predmet onako kako ga vidimo gledajući posebno samo s

lijevim ili samo s desnim okom. Zatvorimo li lijevo oko, pa promatramo neki predmet samo desnim okom, vidjet ćemo ga više s lijeve strane, a ako to isto učinimo s desnim okom, vidjet ćemo ga više s desne strane. Ako takove dvije slike smjestimo u posebni aparat — s t e r e o s k o p (slika 44.) koji je sagrađen tako, da svako oko vidi samo jednu sliku, to će se ti podražaji u oku stopiti i mi ćemo u svijesti doći do spoznaje, da vidimo predmet prostorno. Tek onda, kad gledamo takove dvije različite slike na zgodan način, dolazimo do svijesti, da se snimljeni predmet nalazi u prostoru. Kad promatramo jednu sliku s oba oka, vidimo sve ono, što je na njoj prikazano projicirano u jednu ravninu. Kod filmske projekcije možemo donekle vidjeti prikazane predmete prostorno, ako je upotrebljena zgodna jakost rasvjete kod projekcje filma i ako sličice na filmu imaju vrlo mnogo finih, sitnih sjena.

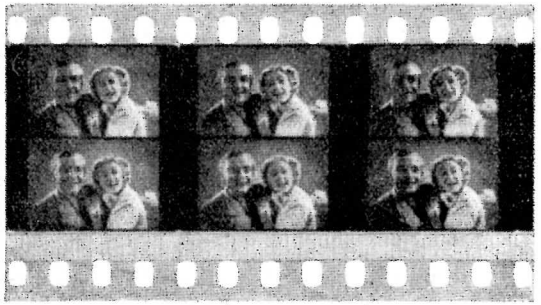


Slika 44.

Ovaj opisani način promatranja stereoskopskih slika možemo upotrebiti samo u slučaju, ako ih promatra jedna osoba. Već mnogo godina nastoje ljudi, da prikažu takove slike u projekciji većoj množini gledaoca, a naravno i u kinematografskoj projekciji. Kako je poznato nije još uspjelo taj problem riješiti tako, da bi mogli u kinokazalištima projicirati plastički film, a da bi publika bez ikakovih pomagala mogla gledati prostorne slike.

Izrađeno je nekoliko filmova, koji su se prikazivali u kinokazalištima, i koje je publika morala gledati kroz naočale, koje su imale na jednom oku c r v e n i, a na drugom

zeleni filter. S projektorom projicirao se je film, na kojem je bila jedna steroskopska slika u crvenoj boji, a druga u zelenoj. Ako takovu projiciranu sliku gledamo kroz naočale sa zelenim i crvenim filterom, pada u svako oko odgovarajuća slika, kako smo to prije razložili, a to je potrebno, ako želimo prostorno gledati. Ova je metoda vrlo primitivna, jer smetaju boje, a osim toga ima mnogo ljudi, koji ne raspoznaju pravo boje, a ima i takovih, koji su za pojedine boje, naročito zelenu slijepi, pa oni ne vide sliku plastički. Osim toga takovo gledanje vrlo jako umara oko, pa ne bi nitko mogao gledati takovu predstavu, koja bi trajala sat ili dapače sat i pol.

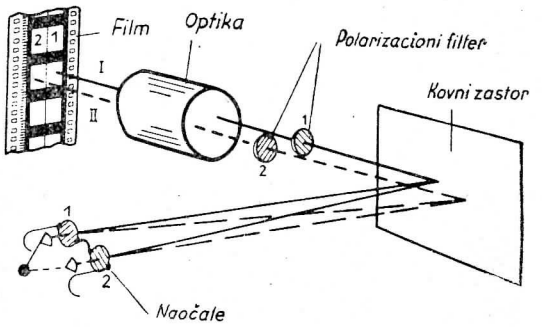


Slika 45.

Poznata tvornica optičkih aparata Zeiss-Ikon prikazala je javno prvi puta u prosincu 1937 plastički film, koji je konstruiran pomoću polarizirane svjetlosti. Kako smo na strani 37 spomenuli, svjetlost se može rastaviti u boje, a različite boje razlikuju se samo po frekvenciji titraja. Nauka uzima, da se ti titraji zbivaju u svim mogućim smjerovima, koji su okomiti na onaj smjer, u kojem se zrake svjetlosti šire. Posebnim filterima možemo djelovati na te titraje svjetlosti i tako ih

promijeniti, da se oni zbivaju samo u jednom smjeru. Za takovu svjetlost kažemo, da je polarizirana.

Za ovaj plastički film izradila je tvornica Zeiss-Ikon posebni aparat za snimanje na normalnom filmu, ali tako da na svaku sličicu padnu dvije slike, jer aparat ima dva objektiva u udaljenosti očiju. Kako se vidi na slici 45, slike su okrenute za 90°, pa kod projekcije dobivamo opet normalni format slike.



Slika 46.

Kod projekcije treba na obični projektor namjestiti posebnu optiku (slika 46.), koja projicira na zastor obje slike tako, da se one pokrivaju. Osim toga taj dodatak okrene slike opet za 90°. Zrake svjetlosti, koje izlaze iz projektora prolaze kroz posebne filtere, koji svjetlost polariziraju i to tako, da je ravnina titraja u snopu zraka svjetlosti, kojima projiciramo lijevu sliku upravo okomita na onu ravninu, u kojoj se zbiva titranje kod snopa zraka svjetlosti, s kojima projiciramo desnu sliku. Te zrake, koje su polarizirane u okomitim ravninama padaju na projekcionu plohu, pa treba udesiti tako, da svjetlost ostane i nakon refleksije polarizirana. U tu svrhu treba upotrebiti zastore od kovine ili mutnu staklenu ploču.

Ako tako projicirane slike gledamo kroz posebne naočale, koje imaju za svako oko namještene polarizacione filtere, koji propuštaju samo jedne od polariziranih zraka, a druge unište (apsorbiraju), vidjet će svako oko samo jednu sliku. Zrake svjetlosti I, koje dolaze od prve slike 1 vidjet ćemo samo s lijevim okom, jer će polarizacioni filter 2 na naočalima uništiti one zrake, koje prolaze kroz filter 1. Analogno će se dogoditi s desnim okom. Tim postupkom je postignuto, da svako oko dobije sliku, koja odgovara njegovom položaju prema predmetu, pa u svijesti dolazimo, gledajući takovu projekciju filma kroz te posebne naočale, do osjećaja potpuno prostorne slike.

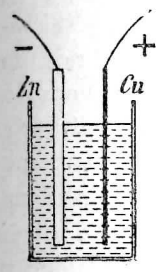
Budući da polarizacioni filteri apsorbiraju jedan dio svjetlosti, potrebna je kod projekcije jača rasvjeta.

Velika zapreka, da se ova metoda plastičkoga filma ne može uvesti, upravo su te naočale. Svaki posjetnik kinokazališta mora od uprave dobiti takove naočale i za vrijeme cijele predstave mora gledati kroz njih. Cijena tih naočala je dosta velika, pa bi u većem kinokazalištu trebalo investirati dosta velike svote za nabavu tih naočala. Osim toga bi manipulacija s izdavanjem i predavanjem naočala poslije predstave bila vrlo nezgodna i za publiku i za kino-vlasnika. Ovaj plastički film će međutim svakako dobro poslužiti u znanstvene svrhe. Za zadnje Olimpijade u Berlinu upotrebljavali su takovo snimanje na plastički film u vezi s vremenskom lupom kod različitih natjecanja, da se može nedvoumno ustanoviti na pr., tko je došao prvi na cilj.

V. OSNOVNI ZAKONI ELEKTROTEHNIKE

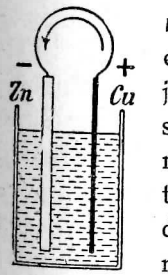
1. ELEKTRIČNA STRUJA.

Kod kinematografskog projektora upotrebljavamo gdjegod je moguće električnu rasvjetu, tj. lučnu svjetiljku ili žarulje, mehanizam projektora tjeramo s elektromotorom, dvoranu rasvijetljujemo električnom rasvjetom, signali rade s električnim zvoncem, u prostorijama kina imamo često kućni telefon itd. Zbog toga je potrebno i od koristi za operatera, ako u kratkim potezima prikažemo temeljne zakone električne energije i njihovu upotrebu u elektrotehnici.



Slika 47.

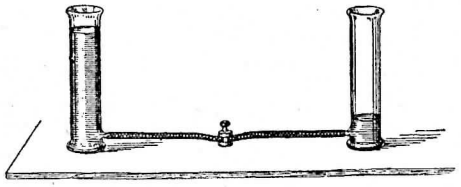
Uronimo li u razrjeđenu sumpornu kiselinu ploču od bakra (Cu) i tutije (Zn) ne ćemo na oko opaziti ništa osobito (slika 47.). S osjetljivim aparatima možemo u fizikalnim laboratorijima dokazati, da su se te dvije ploče nabile elektricitetom. Bakrena ploča pokazuje pozitivni (+) naboj, a tutijina negativni (—).



Slika 48.

Ovakovu spravu zovemo galvanski element. Ploče od bakra i tutije zovu se elektrode elementa, a njihovi krajevi, koji vire iz tekućine i na koje možemo spojiti kovne žice, zovu se polovi elementa. Između tih polova vlada električna napetost pa ako obje žice međusobno taknemo (slika 48.) izjednačuje se naboj elektroda kroz tu spojnu žicu. Mi velimo, da je krug struje zatvoren, a u žici da teče električna struja. U žici nastaje električna struja zbog napetosti, pa je zato često zovemo također elektromotorna sila elementa.

U nauci i u elektrotehnici uzimamo, da struja teče od pozitivnog pola prema negativnom t. j., u galvanskom elementu struja teče kroz žicu od bakrene elektrode prema tutijinoj. Te prilike kod galvanskog elementa i u opće kod električne struje možemo isporediti sa strujom vode. Dvije posude (slika 49.) spojene su sa cijevi, koja ima u sredini pipac. Lijeva je posuda gotovo puna vode, a u desnoj ima tek nešto. Dok je pipac zatvoren tlači voda na pipac (napetost struje). Ako pipac otvorimo (spojimo polove sa žicom), teče voda (struja) zbog toga tlaka na onu stranu, gdje je manji tlak. Vodena struja bit će u cijevi to jača, što je površina vode u lijevoj posudi više nego u desnoj, t. j. što je veći tlak. Osim toga je jasno, da će kroz cijev teći to više vode, što cijev ima veći prerez.



Slika 49.

Sasvim su slične prilike i kod električne struje. I ovdje mogu vladati različite napetosti. Kod groma vladaju u zraku među oblacima velike napetosti, pa se naboji izjednačuju u obliku dugih i jakih električnih iskara. Kod galvanskog je elementa napetost tako malena, da se naboji mogu tek onda izjednačiti, ako polove elementa spojimo kovnom žicom. Vodimo li struju kroz tanku žicu ne može proći velika množina elektricitete, pa su struje slabe. Velimo, da takova tanka žica stavlja struji veliki otpor. Kroz deblju žicu, koja ima mnogo manji otpor može teći i jaka električna struja.

Vidimo, da prilike kod električne struje zavise o tri veličine: napetost ili elektromotorna sila, jakost struje i otpor vodiča.

Za mjerenje tih veličina uvedene su u elektrotehnici jedinice. Napetost ili elektromotornu silu mjerimo jedinicom, koja se zove volt, jakost struje mjerimo s amperima, a otpor s omima. Vrlo slabe struje mjerimo s miliamperima. (1 amper = 1000 miliampera.) Evo nekoliko primjera. Napetost galvanskog elementa je po prilici 1,5 volta, napetost gradske mreže za rasvjetu je 110 ili 220 volta, a za pogon motora 380 volta. Električni tramvaj tjeran je strujom, kojoj je napetost 600 volta. Obična žarulja od 50 HK troši kod napetosti 110 volta po prilici struju jaku 0,5 ampera. Za lučnu svjetiljku sa zrcalom u manjem kinokazalištu trebamo po prilici struju jaku 15 ampera, a veće modele možemo opteretiti i s 80 ampera. Mali motor, koji stavlja u pogon projektor troši po prilici 2 ampera. Otpor 1 om ima bakrena žica, koja je duga 56 metara, a prorez joj je 1 mm^2.

2. OHMOV ZAKON.

Odnošaj između jakosti struje, napetosti i otpora vodiča određen je Ohmovim zakonom, koji kaže, da je jakost struje u nekom zatvorenom krugu struje jednaka napetosti, koja vlada na polovima izvora struje podijeljenoj s otporom žice, kroz koju teče struja, ako te veličine mjerimo prije spomenutim jedinicama.

Ako poznamo dvije od tih veličina, možemo treću uvijek izračunati. Iz tih razlaganja vidimo, da jakost struje nije nipošto određena, ako znamo napetost izvora struje. Kolika će biti jakost struje u nekom vodiču, ako ga spojimo s tim izvorom električne energije zavisi o tome, kolik je otpor vodiča. Ako na pr. kontakte na priključnoj kutiji spojimo s bakrenom žicom dugom 1 metar i s prorezom

od 2,5 mm², možemo izračunati, kolika će biti jakost struje u toj žici. Otpor je takove žice po prilici 0,01 oma. Ako je napetost na priključnoj kutiji 220 volta bit će jakost struje

$$220 : 0{,}01 = 22.000 \text{ ampera},$$

a to znači, da bi cijela električna instalacija zbog toga morala biti uništena od te jake struje. Da se to ne dogodi mi znamo, a još ćemo kasnije o tome opširnije govoriti, da se vodovi o s i g u r a v a j u. Ako polove izvora struje s nešto većom napetosti spojimo s vodičem vrlo maloga otpora, kažemo, da je nastao k r a t k i s p o j. U slučaju kratkog spoja nastaje vrlo jaka struja, kako smo to prije izračunali. Ako kratko spojimo polove galvanskog elementa ne može se ništa dogoditi, jer struja prolazi u elementu i kroz tekućinu od tutije prema bakru, a njezin je otpor dosta velik, pa struja ne može narasti do velike jakosti.

3. RADNJA ELEKTRIČNE STRUJE.

Jedinica, kojom mjerimo r a d n j u, koju vrši električna struja zove se 1 v a t (W). Radnju 1 vat vrši struja, koja je jaka 1 amper, ako je napetost 1 volt.

$$1 \text{ vat} = 1 \text{ amper} \times 1 \text{ volt}$$

Veća je jedinica 1 kilovat (kW) = 1000 vata. Budući da se kod vršenja radnje moramo obazirati i na vrijeme, u kojem je ta radnja izvršena, zove se radnja 1 vat izvršena u jednom satu: 1 v a t s a t. Veća je jedinica 1 kilovatsat (kWh) = 1000 vatsati. Ako na pr. lučna svjetiljka troši struju jaku 20 ampera, a napetost je izvora 65 volta, to će kroz 1 sat ona potrošiti električnu energiju $20 \times 65 = 1300$ vatsati = 1,3 kWh.

U zadnje vrijeme označuju električne žarulje prema potrošku električne energije u vatima ili prema struji svje-

tlosti u lumenima (vidi str. 60.), koju žarulje izbijaju, a ne više prema HK. Ako je na pr. dvorana kinematografa rasvijetljena s 30 žarulja po 100 vata, to će ona potrošiti za 1 sat gorenja 3 kWh. Ako je cijena struji 5.— din po kWh, to ću za tu struju morati platiti električnoj centrali 15 dinara.

Radnja, koju vrše različiti mehanički strojevi u određeno vrijeme mjeri se konjskom snagom (H P). Računom dade se odrediti, da je 1 H P = 736 vata. Mali motor od 1/8 HP, koji tjera projektor troši prema tome okruglo 100 vata, a motor od 5 HP vrši radnju $5 \times 736 = 3680$ W = 3,68 kW na sat. Ako taj motor radi s potpunim opterećenjem, možemo iz napetosti struje, na čiju smo mrežu motor priključili i iz potrošnje u vatima lako izračunati, koliko jaka struja teče kroz motor. Ako je napetost struje 220 volta, bit će jakost struje u motoru $3680 : 220 = 16{,}25$ ampera. Takav račun bit će na pr. potrebno izvesti, ako želimo položiti vod za takav motor, jer treba znati koliki ćemo uzeti prorez žice i kakove ćemo osigurače upotrebiti.

Ako bi taj motor bio građen za priključak na mrežu s 110 volta, bit će jakost struje $3680 : 110 = 33{,}5$ ampera. Vidimo dakle, da možemo dobiti istu električnu radnju, ako radimo s malom napetosti, ali s velikom jakosti struje ili s velikom napetosti, a s malenom jakosti struje.

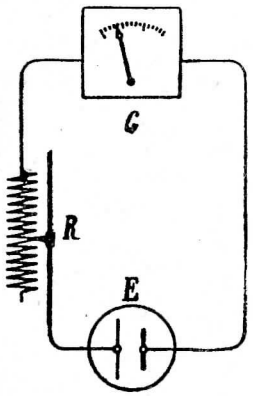
Izračunajmo još koliko jaku struju moramo dovoditi do onih 30 žarulja po 100 vata, ako su priključene na mrežu od 220 volta. Jakost struje bit će

$$\frac{30 \times 100}{220} = 13{,}6 \text{ ampera}$$

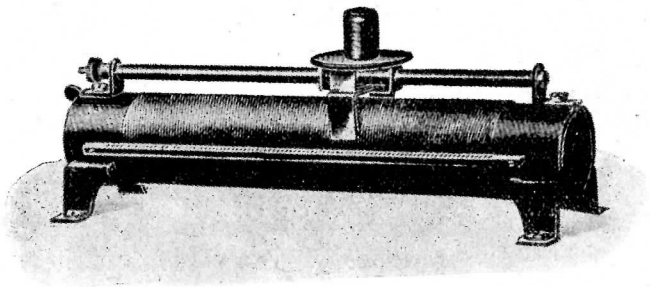
4. REOSTATI.

Ako u nekome krugu želimo mijenjati jakost struje, uvrstit ćemo u taj krug struje aparat, kojim možemo mije-

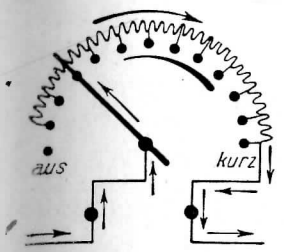
njati otpor u krugu struje, dakle po Ohmovom zakonu i jakost struje, koja teče u tom krugu. Takav aparat zove se r e o s t a t (slika 50.). Struja teče iz elementa E kroz instrumenat G, koji nam pokazuje jakost struje i pokazuje, da li u opće u krugu teče struja, pa se u galvanski elemenat vraća preko reostata R. Ako pomičemo kontakt na reostatu, uvršten je u krug struje veći ili manji otpor. Slika 51. pokazuje nam jednu vrst takovih reostata, koji se upotrebljavaju za reguliranje slabih struja, na pr. kod motora, koji pokreće projektor. Slika 52. prikazuje nam vrst reostata, kakav se upotrebljava kod lučne svjetiljke. Za pogon lučne svjetiljke potrebni su reostati, koji moraju imati tako debelu žicu ili vrpcu, da se ona previše ne grije od struje, koja kroz nju teče. Žicu treba smotati u spiralu i razvući toliko, da bude jedan zavoj od drugoga



Slika 50.


Slika 51.

daleko nekoliko milimetara. Ako su zavoji preblizu žica se previše ugrije. Takove se spirale od žice ili vrpce smješte na izolatore od porculana, koji su učvršteni na željezni kostur. Spirale ne smiju biti jedna drugoj preblizu također i zbog toga, jer se kovine ugrijavanjem rastežu, pa bi se mogle pojedine spirale međusobno dotaknuti, pa tako jedan dio, a eventualno i cijeli reostat kratko spojiti. Da možemo mijenjati jakost struje u krugu, u kojem je uvršten reostat treba udesiti tako, da možemo pojedine dijelove reostata redom isključiti iz tečaja struje.



Slika 52.

U tu svrhu od pojedinih dijelova otpora vode žice (koje je najbolje izolirati zbog visoke temperature azbestom) na kontakte iz žute mjedi, koji su smješteni u polukrugu na mramornoj ploči (slika 52.). Ta se mramorna ploča nalazi u kabini u blizini lučne svjetiljke, a spirale od žice nalaze se zbog pogibelji požara izvan kabine. Žica se u reostatu dosta ugrijava, jer se u njoj uništuje suvišna električna energija, pa se te spirale mogu smjestiti u kojoj prostoriji, koja se odmah tom razvitom toplinom grije.

U središtu prije spomenute polukružnice namještena je os, oko koje se može vrtjeti prečka tako, da svojim krajem kliže po kontaktima, na koje su spojene žice, koje dolaze od uzvojnica žice (slika 52.). Prečka mora biti perom pritisnuta na kontakte, da bude što manji otpor na prelazu struje s kontakta na prečku, jer će se ona inače vrlo jako ugrijati. Prečka mora biti tako široka, da leži uvijek na dva kontakta, kad prelazi s jednoga na drugi, jer bi se inače svaki put struja prekinula.

Kad bismo prije opisani reostat htjeli sagraditi sa željeznom žicom, trebali bi je mnogo više. Jedan metar

željezne vrpce s prerezom 1 mm² ima otpor 0,12 oma. Da mogu željeznu žicu opteretiti s 15 ampera mora imati prerez od 10 mm². Želimo li da reostat ima otpor od 6 oma moramo upotrebiti — kako lako izračunamo — 60 metara dugu žicu.

5. ELEKTRIČNA VODLJIVOST.

Tijela dijelimo na dobre i loše vodiče elektricitete. Dobri su vodiči u prvom redu sve kovine i njihove legure, ugljen, razrjeđene kiseline itd. Loši su vodiči: staklo, porculan, svila, kaučuk, gutaperča, papir, zrak, mramor, smole itd. Loše vodiče elektricitete zovemo također izolatori. Za praksu je vrlo važno da znamo, koja su tijela vodiči, a koja izolatori, jer često treba, da zapriječimo na nekom mjestu prelaz struji od jednog vodiča na drugi. Za mjerenje izolacije upotrebljava se jedinica 1 megom = 1,000.000 oma. Ako se dakle kaže, da neka izolacija ima 15 megoma to znači, da onaj sloj izolacije, koji smo upotrebili ima otpor od 15 milijuna oma. Najbolji izolatori gube svoje svojstvo, ako su vlažni. Zbog toga treba paziti, da su sva ona mjesta, koja moraju biti dobro izolirana uvijek suha.

Ako kovine poredamo onim redom kako vode struju, možemo ih složiti ovako: srebro, bakar, aluminijum, žuta mjed, željezo, nikalj, olovo itd. I ako srebro najbolje vodi struju ne upotrebljava se za vodove zbog visoke cijene, nego bakar, koji tek nešto lošije vodi struju, ali je mnogo jeftiniji. Otpor nekoga vodiča je to veći, kako smo to već prije kazali, što je on dulji i tanji. Osim toga zavisi otpor također o vrsti kovine, iz koje je taj vodič načinjen. Ako je žica 2, 3, 4, itd. puta dulja otpor je također 2, 3, 4, puta veći. Ako je prerez žice

2-struk, 3-struk, 4-struk itd. otpor bit će 2, 3, 4, puta manji. Razmjerno je velik otpor legura nekih kovina, na pr. nikelin, konstatan, kromnikalj itd. U reostatima upotrebljavamo žice ili vrpce takovih legura s razmjerno velikim otporom, jer je potrebna za isti otpor manja duljina, pa su aparati manji. Osim toga otpor kovina postaje veći kad se ugriju, a kod ovih je legura promjena otpora s povišenjem temperature vrlo malena. Slijedeća tablica pokazuje nam potrebne duljine žice od kromniklja za neki stanoviti otpor i jakost struje kod 600° C.

Prerez u mm²	Metara na kg	Oma po metru 600°	Opterećenje u amperima
0,12	10900	110	0,65
0,14	7900	81	0,8
0,16	6100	62	0,9
0,18	4800	49	1,0
0,20	3920	39,7	1,2
0,22	3230	32,8	1,3
0,25	2510	25,4	1,45
0,30	1730	17,65	1,75
0,35	1275	13,0	2,2
0,40	973	9,91	2,6
0,45	777	7,83	3,2
0,50	627	6,35	3,6
0,55	520	5,23	4,0
0,60	435	4,4	4,5
0,65	372	3,76	5,0
0,70	324	3,23	5,5
0,75	280	2,8	6,0
0,80	246	2,46	6,5
0,90	193	1,95	7,5
1,00	157	1,58	8,5
1,20	109	1,10	10,0
1,40	79,5	0,81	13,0
1,60	61,0	0,62	16,0
1,80	48,3	0,49	19.0
2,00	39,1	0,396	22,0

Ako želimo na pr. sagraditi reostat, koji možemo opteretiti s 15 ampera, da ga možemo upotrebiti za reguliranje jakosti struje kod lučne svjetiljke sa zacalom vi-

dimo iz tablice, da moramo upotrebiti žicu od kromnikla s promjerom 1,6 mm. Jedan metar te žice ima otpor od 0,62 oma, pa ako želimo, da reostat ima maksimalni otpor 6 oma, moramo u reostat smjestiti po prilici 10 metara te žice.

Slijedeća tablica daje nam te iste vrijednosti za vrpce od kromnikla.

Širina i debljina u mm	m po kg	Otpor u omima po m (600°C)	Opterećenje u amperima
0,4×0,05	6200	56,2	1,0
0,4×0,06	5150	51,5	1,1
0,5×0,06	4150	41,5	1,2
0,6×0,06	3440	34,5	1,35
0,6×0,07	2950	29.5	1,5
0,6×0,08	2580	25,8	1,6
0,6×0,09	2300	23,0	1,7
0,7×0,10	1770	17,7	2,0
0,8×0,10	1550	15.5	2,2
0,8×0,12	1290	12,9	2,5
1,0×0,12	1030	10,3	2,8
1,3×0,12	795	7,95	3,3
1,3×0,15	635	6,35	3,7
1,3×0,20	477	4,77	4,5
1,6×0,20	387	3,87	5,3
2,0×0,20	310	3,60	6,0
2,0×0,25	248	2,48	7,0
2,0×0,30	206	2,06	8,0

6. STRUJOM RAZVITA TOPLINA.

Kako smo već kazali radnju električne struje nađemo, ako jakost struje u amperima pomnožimo s napetosti u voltima, tj.

Radnja = jakost × napetost

Po Ohmovom zakonu znamo, da je

napetost = jakost × otpor

pa možemo kazati, da je

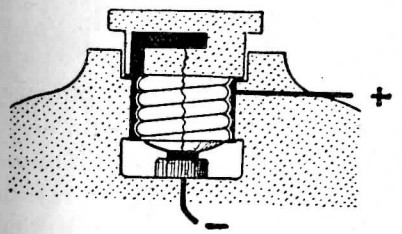
radnja = jakost × jakost × otpor.

Mehanička se energija može pretvoriti u električnu. To činimo na pr., ako parostrojem tjeramo dinamostroj, koji nam daje struju. Tu električnu energiju možemo opet pretvoriti u elektromotoru natrag u mehaničku energiju. Isto tako možemo električnu energiju pretvoriti u toplinu, kako smo to već spomenuli kod opisivanja reostata. Svaki vodič stavlja struji, koja kroz njega prolazi otpor. Da električna struja može proći kroz vodič mora svladati taj otpor. To nam se očituje u tom, da se vodič grije, kad kroz njega prolazi struja. Mjerenja su pokazala, da se vodič ugrije to jače, što je struja jača, što je otpor veći i to prema pravilu:

razvita toplina = jakost struje × jakost struje × otpor × vrijeme

Tako će se na primjer u prije opisanom reostatu s otporom od 6 oma, kad kroz njega prelazi struja jaka 15 ampera pretvoriti u toplinu: 15 × 15 × 6 = 1350 vata. To je približno dvije konjske sile (HP).

Ako kod kratkog spoja struja naraste do vrlo velike jakosti, vidimo iz svega ovoga što smo do sada kazali, da će se u toj žici razviti toliko topline, da će se ta žica u momentu užariti i rastaliti. Lako upaljivi predmeti, koji se nalaze u blizini takovog voda, mogu se od užarene žice upaliti i prouzročiti požar. U dvorani kinokazališta bilo bi dovoljno, da se izolacija žice samo pripali, pa da publika osjeti miris paljevine, a netko da vikne »vatra«, da nastane u dvorani najveća panika.

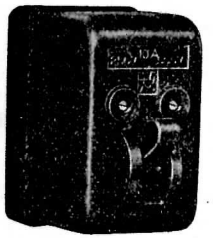


Slika 53.

Zbog toga umeću se u vodove osigurače (slika

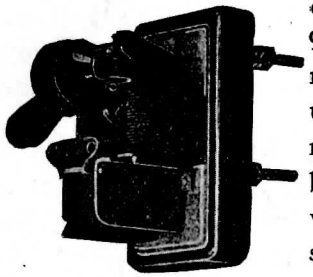
53.) u kojima se tanka žica rastali prije, nego što bi se vodovi mogli toliko ugrijati, da bi se mogla dogoditi spomenuta nesreća. U onom času, kad se žica u osiguraču rastali, prekine se u tom krugu struja, pa je time uklonjena svaka opasnost. Sve to vrijedi naravno samo u slučaju, ako su osigurači u potpunome redu.

Događa se, da operater iz neznanja ili iz nemarnosti ovakove osigurače, koji su jedanput zbog kratkoga spoja izgorjeli ne zamijenili novima, nego mjesto osigurača stavi na njegovo mjesto klupko žice ili čavao. Takove »osigurače« naravno ne mogu zapriječiti nedogledne posljedice kratkoga spoja, jer će se prije užariti i rastaliti dovodne žice, nego takav »osigurač«.



Slika 54.

Danas se upotrebljavaju osigurači, koji su građeni tako da kod preopterećenja automatski iskopčaju struju (slika 54.). Tako dugo dok je u vodu negdje pogrješka zbog koje je nastalo preopterećenje, ne možemo takav automatski osigurač (rasklopac) ukloniti. Konstrukciju takovog osigurača, kojega proizvodi domaća tvornica Noris k. d. u Zagrebu vidimo na slici 55. Upotreba takovih automata mnogo je jeftinija od upotrebe rastalnih čepova u običnim osiguračima, jer je dokazano, da je 95% svih smetnja, radi kojih automat iskopča ili radi kojih se rastali uložak, prelazne i kratkotrajne naravi. Kod rastalnih uložaka treba uništeni uložak zamijeniti novim, dok se kod automata jednostavno digne ručica i automat je spreman za upotrebu. Kod rastal-



Slika 55.

nih čepova treba uvijek držati u pripremi stanoviti broj rezervnih uložaka, pa je jasna neugodnost, ako slučajno za vrijeme predstave negdje pregori osigurač, a nemamo slučajno rezerve. Ručicu automata možemo bez opasnosti napipati u tmini i ukopčati, dok kod rastalnih čepova moramo tek tražiti neki izvor svjetlosti, da možemo rastaljeni čep zamijeniti s novim.

Slika 56.

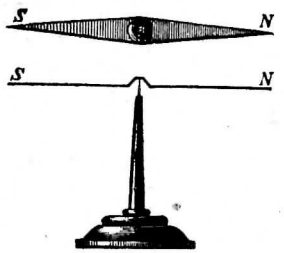
Ovi automati mogu se snabdjeti i s termičkim zakašnjenjem, pa se mogu potpuno iskoristiti vodovi, a ne nastaju nepotrebni prekidi struje kod prolaznih i kratkotrajnih preopterećenja vodova.

Vrlo su zgodne i motorne zaštitne sklopke, koje služe za zaštitu trofaznih elektromotora od preopterećenja i od kratkog spoja (slika 56.). Ako nastaje u motoru preopterećenje ili kakav defekt u namotaju, on se nenormalno ugrije, ali automatska sklopka isključi motor od mreže u sva tri pola. Sklopke imaju ugrađene elektromagnetske releje, koji štite motor, jer u slučaju kratkog spoja isključe motor odmah bez ikakovog zatezanja. Osim toga ugrađeni su i termički releji, koji isključe motor, tek onda kad dulje vremena teče kroz motor prejaka struja. To je osobito važno svojstvo zaštitne sklope, jer je moguće napuštanje motora.

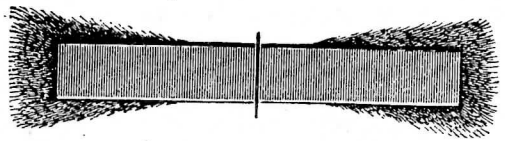
7. MAGNETIZAM.

U prirodi nalazimo rudu magnetovac, koja ima svojstvo, da privlači male komadiće željeza. Ako nekoliko puta povučemo s komadom magnetovca po čeličnom štapu, dobiva i on svojstvo, da privlači željezo. Velimo, čelik je postao magnetičan. Ako uzmemo magnet u obliku magnetičke igle (slika 57.) pa je namjestimo

tako, da se može slobodno kretati, postavit će se ona uvijek tako, da jedan kraj kaže prema sjeveru, a drugi prema jugu. Onaj kraj magneta, koji kaže prema sjeveru, ako je magnet slobodno obješen, zove se sjeverni pol magneta, a onaj koji kaže prema jugu južni magnetički pol. Približimo li takovoj magnetičkoj igli neki drugi magnet, opazit ćemo, da će njegov pol magnetičku iglu ili privlačiti ili odbijati. Ako istražimo tu pojavu vidjet ćemo, da se istoimeni polovi odbijaju, a raznoimeni privlače.



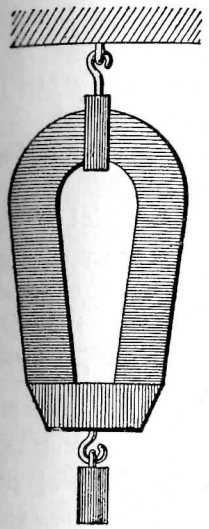
Slika 57.


Slika 58.

Magnetizirani čelik zadrži svoj magnetizam (permanentni magnet), a meko željezo, lijevano i kovko željezo ostaju magnetični samo dotle, dok se tiču magneta (temporarni magnet). U mekom željezu ostane tek nešto magnetizma, t. zv. magnetički ostatak ili remanentni magnetizam, koji je vrlo važan za konstrukciju dinamostrojeva, kako ćemo to kasnije vidjeti. Slika 58. pokazuje magnetički štap, a slika 59. magnetičku potkovu.

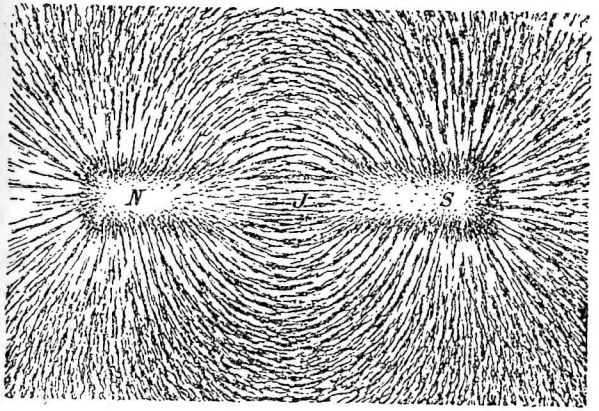
Položimo li na magnet komad čvrstoga papira ili staklenu ploču, pa je pospemo s finom željeznom pilotinom

i lagano po njoj nekoliko puta udarimo, složit će se pilotina u krivulje, koje nam pokazuje slika 60. Te krivulje zovemo silnice. Smjer je silnica takav, da one izlaze iz sjevernoga pola, a ulaze u južni pol. Što su silnice gušće, magnet je jači. Onaj prostor, u kojem ima silnica oko nekoga magneta, zovemo magnetičkim poljem toga magneta.


Slika 59.

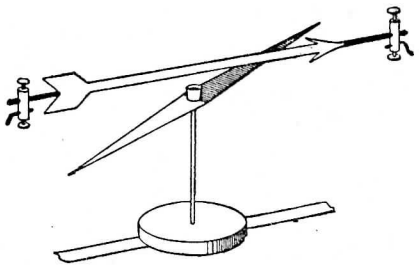
8. ELEKTROMAGNETIZAM.

Paralelno s magnetičkom iglom postavit ćemo žicu, kroz koju teče dosta jaka električna struja iz baterije (slika 61.). Dotle dok teče struja, igla će se otkloniti iz svoga položaja. Taj nam eksperiment pokazuje, da ovakav vodič, kroz koji teče struja ima magnetičko polje, tj. da djeluje kao magnet. Na koju



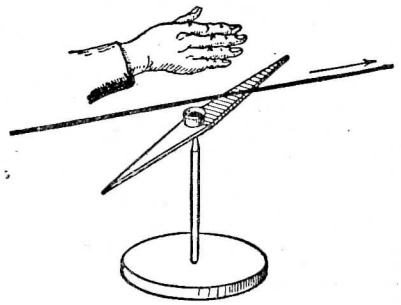
Slika 60.

će se stranu otkloniti magnetička igla, možemo odrediti ovim pravilom: desnu ruku treba položiti tako na žicu, da joj je dlan okrenut prema igli, struja u žici neka teče tako, kao da bi na zapešću ulazila u ruku, a na prste izlazila. Sjeverni će se pol igle otkloniti na onu stranu, kuda kaže palac desne ruke. (Pravilo desnog palca. (Slika 62)



Slika 61.

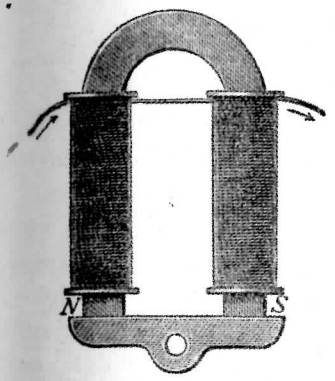
S tim pravilom možemo odrediti također, kojim smjerom teče struja u nekom vodiču, ako gledamo na koju se stranu otklanja sjeverni pol magnetičke igle, ako paralelno s njom teče električna struja.



Slika 62.

Oko vodiča, kroz koji teče struja nastaje magnetičko polje, pa će učinak biti mnogo jači, ako uzmemo više takovih vodiča. Najjednostavnije to učinimo, ako izoliranu žicu smotamo u uzvojnicu. Smjestimo li još u takovu uzvojnicu izolirane žice komad željeza, ono će postati magnetično. Takova sprava, kod koje je oko željezne jezgre namotana izolirana žica, zove se elektromagnet (slika

63.). Magnetizam je takovog elektromagneta jači, ako je struja, koja teče kroz žicu jača i ako je broj zavoja žice veći. Umnožak broja zavoja žice i jakosti struje u amperima, zove se amperni zavoji. Jakost je elektromagneta to veća, što je broj ampernih zavoja veći. To znači, da možemo upotrebiti slabu struju i mnogo zavoja žice ili jaku struju s malo zavoja, da dobijemo s istim željezom jednako jaki magnet.



Slika 63.

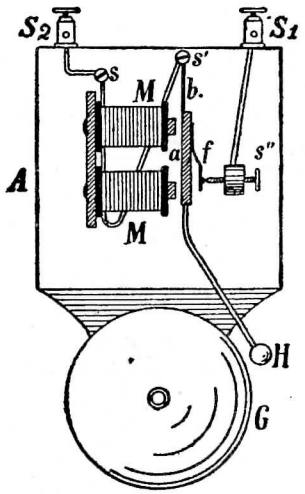
To pojačanje magnetizma ima neku granicu, tj. magnet će postići neku jakost, preko koje ga ne možemo magnetizirati, ako uzmemo još jaču struju ili ako uzmemo više zavoja. U tom slučaju kažemo, da je željezo zasićeno magnetizmom. Elektromagnet pokazuje magnetička svojstva samo dotle, dok kroz njega teče električna struja. Ako struju prekinemo, on izgubi magnetizam gotovo sasvim, ostaje tek remanentni magnetizam.

9. UPOTREBA ELEKTROMAGNETIZMA.

a.) Električno zvonce.

Poznata je upotreba elektromagneta kod električnog zvonca (slika 64.). U maloj udaljenosti pred polovima potkovastog elektromagneta M smještena je kotva mekog željeza, koja je učvršćena na elastičnom peru b. Na donjem kraju pera f nalazi se platinena pločica, a nasuprot njoj vijak s'', koji ima platineni šiljak. Jedan

kraj uzvojnice elektromagneta spojen je sa stezaljkom S_2, a drugi kraj s kotvom u točki s'. Vijak s'' vodljivo je spojen sa stezaljkom S_1. Spojimo li obje stezaljke S_1 i S_2 s polovima baterije od nekoliko galvanskih elemenata ili s polovima transformatora, koji ima napetost od nekoliko volta, privući će elektromagnet kotvu, ali će u isto vrijeme biti struja prekinuta na platinenom šiljku. Budući da je struja prekinuta, elektromagnet ispusti kotvu, pa se ona zbog elastičnosti pera b vrati natrag na vijak. U tom je momentu krug struje opet zatvoren, pa elektromagnet opet privuče kotvu. To se ponavlja dotle, dok su stezaljke zvonca spojene s izvorom električne struje. Kotva je produljena s batićem H, koji se nalazi u blizini zvonca G. Kod prekidanja struje kotva titra, a batić udara po zvoncu. U tečaj struje treba još uklopiti tipkalo, s kojim možemo po volji struju sklopiti ili rasklopiti.

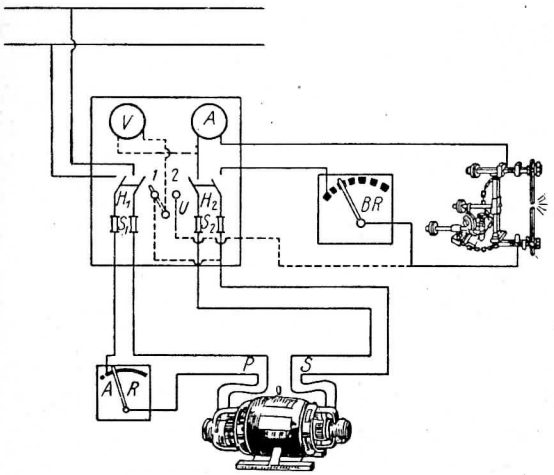


Slika 64.

b.) Instrumenti za mjerenje struje.

Redovno je kinokazalište priključeno na mrežu gradske centrale, koja ima stalnu napetost, pa nije toliko važno, da operater može u kabini mjeriti napetost struje. Električne centrale proizvode danas gotovo isključivo izmjeničnu struju, pa je potrebno da je pretvorimo u istosmjernu struju zgodne napetosti za pogon lučne svjetiljke. To se pretvaranje vrši ili u rotirajućem

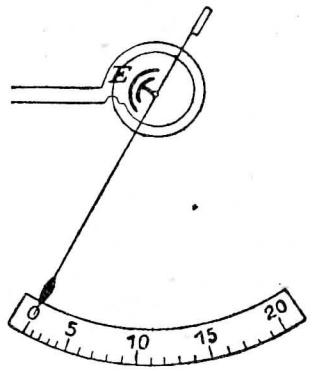
pretvaraču ili s ispravljačem struje, kako ćemo to kasnije opisati. U tom je slučaju dobro, ako možemo mjeriti napetost struje. Instrumenat, koji nam služi u tu svrhu zove se voltmetar. Svakako je potrebno, da je u kabini na uklopnoj ploči namješten i ampermetar, s kojim možemo uvijek kontrolirati jakost struje, koja teče kroz lučnu svjetiljku. Ampermetar ima mali otpor, pa ga zato ne smijemo nikada spojiti direktno s polovima izvora



Slika 65.

struje, jer u tom slučaju nastaje kratki spoj, pa možemo instrumenat oštetiti, dapače i uništiti. Ampermetar treba uvijek spojiti u onaj krug struje, u kojem želimo mjeriti jakost struje. Voltmetar ima veliki otpor, pa ga zato možemo spojiti direktno s polovima izvora struje, i on nam samo u tom slučaju pokazuje pravu napetost tog izvora struje. Ako bismo na pr. voltmetar spojili u krug električne lučne svjetiljke, ne bi je mogli upaliti, jer kroz voltmetar zbog velikog njegovog otpora može prolaziti

samo vrlo slaba struja. Na slici 65. je prikazano, kako treba kod lučne svjetiljke spojiti voltmetar i ampermetar. Vrlo je zgodno, ako možemo s preklopcem voltmetar spojiti direktno s izvorom struje (mrežom) ili tako da možemo mjeriti napetost na stezaljkama lučne svjetiljke L, nakon toga što smo jedan dio napetosti uništili u reostatu R.

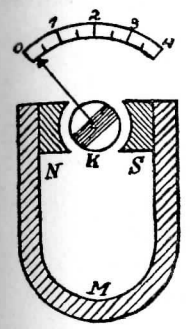


Slika 66.

Djelovanje instrumenata za mjerenje struje, osniva se na bilo kojem učinku električne struje. Najjednostavniji su oni instrumenti, koji iskorišćuju magnetičko djelovanje struje, pa se zato i najviše upotrebljavaju. Najpoznatiji su instrumenti s m e k i m ž e l j e z o m (slika 66.). U uzvojnici E izolirane žice nalaze se dvije pločice mekog željeza. Jedna je čvrsta, a druga se može vrtjeti oko osi te nosi kazalo. Kazalo postavi se na nulu skale zbog vlastite težine, pa zato treba paziti kod montiranja tih instrumenata, da ih postavimo u takav položaj, da kazalo pokazuje upravo na nulu. Ako kroz uzvojnice žice teče struja obje ploče postaju magnetične, pa se međusobno odbijaju. Kazalo se postavi u neki određeni položaj, koji zavisi o jakosti struje. Skala kod ovih instrumenata nije jednoliko podijeljena. Takove instrumente možemo upotrebiti za mjerenje istosmjerne i izmjenične struje. Točnost ovih instrumenata nije velika, ali je za praktičnu upotrebu potpuno dovoljna.

Mnogo su točniji i pouzdaniji instrumenti s v r t i v o m u z v o j n i c o m. Slika pokazuje najvažniji dio takovog instrumenta. N i S su polovi jakoga čeličnoga magneta, a

K je valjkasti komad željeza. Magnetičke silnice prelaze od sjevernog pola prema južnome kroz to željezo. U prostoru između polova i valjka K može se slobodno gibati okvir od aluminijuma, na kojem je namotana tanka izolirana bakrena žica. Taj okvir drže u ravnoteži dva spiralna pera (zbog preglednosti nisu narisana), jedno iznad, a drugo ispod njega, a služe istodobno za dovod i odvod struje u vrtivu uzvojnicu. Na okviru je učvršteno kazalo. Teče li kroz uzvojnicu na okviru struja, otkloni se okvir, a s njim zajedno i kazalo. Otklon kazala razmjeran je jakosti struje, pa je zato kod te vrsti instrumenata skala podijeljena jednoliko. Ovakove instrumente možemo upotrebiti samo za mjerenje istosmjerne struje, pa zato treba kod priključka paziti na polove izvora struje.



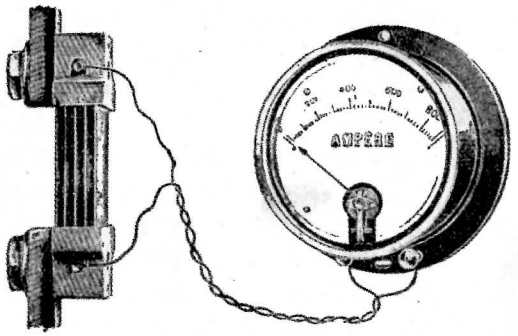
Slika 67.

Uzvojnica na aluminijskom okviru od vrlo je tanke žice, pa kroz nju možemo pustiti samo vrlo slabu struju (nekoliko miliampera). Kako smo već prije kazali, ampermetar mora biti uvršten u tečaj struje koju želimo mjeriti, pa zato treba te instrumente udesiti tako, da mogu kroz njih prolaziti i vrlo jake struje.

U tu svrhu spoji se paralelno s instrumentom neki otpor (slika 68.). Struja će se u tom slučaju podijeliti na dvije grane. Jedan dio prolazi kroz instrumenat, a drugi kroz taj otpor (shunt). Jakost struje u pojedinom ogranku zavisi o otporu instrumenta i shunta. Što je otpor shunta manji prema otporu instrumenta, prolazit će kroz posljednji slabija struja. Takav shunt nalazi se redovito u samom ormariću instrumenta, a može biti smješten u posebnoj kutiji ili na stražnjoj strani uklopne ploče. Jasno je da takav instrumenat pokazuje točno jakost struje samo

onda, ako ga upotrebimo s onim shuntom, koji je u tvornici određen za taj instrumenat.

U principu je voltmetar isti takav aparat, kao i ampermetar, jer i s njime u istinu mjerimo jakost struje, koja prolazi kroz instrumenat. Dodamo li u red s instrumentom dosta veliki otpor, to će kroz njega i kod velike napetosti,

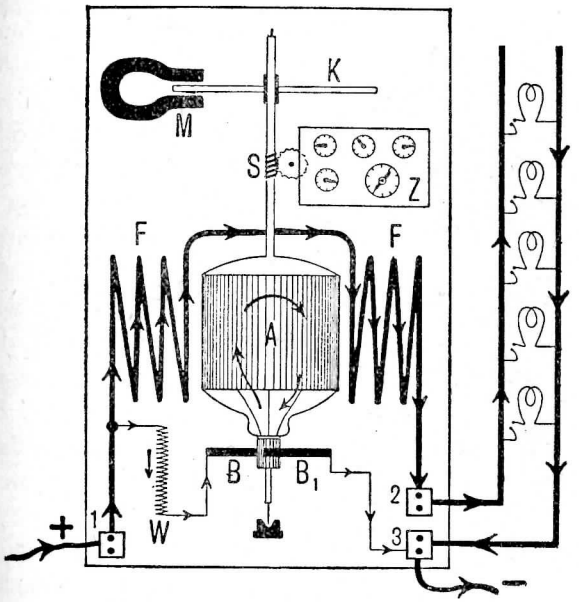


Slika 68.

prema Ohmovom zakonu, teći vrlo slaba struja. Na skali voltmetra naznačena je napetost, koju možemo po Ohmovom zakonu izračunati, ako znamo otpor instrumenta i jakost struje, koja teče kroz instrumenat. Jasno je dakle, da možemo i voltmetar sagraditi kao instrumenat s mekanim željezom i s vrtivom uzvojnicom.

Nijedan instrumenat ne smijemo opteretiti više nego što je označeno na skali. Ako se instrumenat s bilo kojega razloga pokvari nije zgodno, da ga sami otvaramo i kušamo popraviti, jer ako je jedanput oštećena plomba na instrumentu tvornica više ne preuzima jamstvo, pa će time nastati još veća šteta, nego ako ga pošaljemo odmah u tvornicu na popravak.

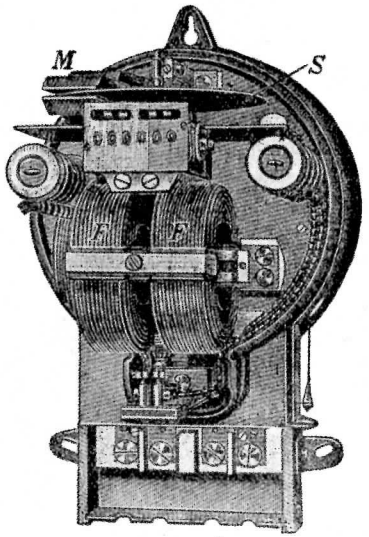
Na glavnome vodu električna centrala, od koje kupujemo struju postavlja brojilo (slika 69.), koje je plombirano i koje je vlasništvo centrale, pa u njega ne smijemo dirati. Takovo brojilo bilježi potrošenu električnu energiju u kW satima.



Slika 69.

Slika 69. pokazuje shematski električno brojilo kakovo se danas najviše upotrebljava. Kroz uzvojnicu FF prolazi cijela struja koju trošimo, kako je na slici narisano, za ugrijavanje 5 žarulja. Znamo, da takova uzvojnica stvara u svojoj okolici magnetičko polje. Jakost toga polja je to veća, što je struja jača. Na stezaljkama 1 i 3 odvojen je drugi krug struje, u koji je uvrštena kotva A, na koju je namotano mnogo izolirane tanke bakrene žice, a osim toga je u krug struje uvršten i veliki otpor W (nekoliko 1000 oma). Zbog toga teče kroz kotvu A vrlo slaba struja. Jakost te struje zavisi smo o napetosti mreže.

Mi znamo, da će se kotva A početi vrtjeti u magnetičkome polju i to tim većom brzinom, što je magnetičko polje jače, tj. što više struje trošimo iz mreže centrale.



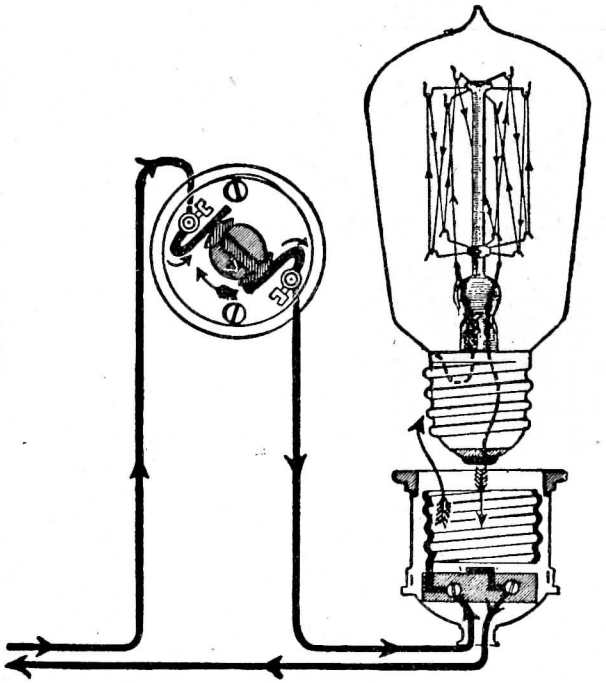
Slika 70.

Na osovini kotve A namješten je vijak bez kraja S, u koji zahvata zupčanik. Gibanje kotve prenosi se na sistem zupčanika, koji bilježe broj okretaja osovine kotve i time pokazuju potrošenu električnu energiju u kilovatsatima. Na gornjem dijelu osovine kotve nalazi se još i kovna ploča K, koja se giblje među polovima magneta. Kad se ta ploča okreće, nastaju na njoj inducirane struje, pa je zato potrebna neka energija, da se kotva okreće. U onom momentu, kad rasklopimo struju kotva bi se dalje vrtjela zbog ustrajnosti, kad se ne bi njezina energija potrošila za proizvodnju te slabe inducirane struje. Na taj način se kotva primiri, čim rasklopimo struju. Slika 70. prikazuje električno brojilo, kojemu je skinut poklopac. Električna centrala zatvori takovo brojilo plombom tako, da potrošač ne može dirati u njezin mehanizam.

10. ELEKTRIČNA RASVJETA.

Već smo prije spomenuli, da se svako tijelo ugrije, kad kroz njega teče struja. Ako je struja dovoljno jaka, vodič će se užariti i dati nam lijepu bijelu svjetlost, ali će

nakon kratkog vremena u zraku izgorjeti. Da to spriječimo, namjesti se tanka kovna žica visokoga tališta u staklenu posudu, iz koje je isisan zrak. Krajevi žice izvedu se iz staklene posude. Jedan se spoji s narezom na podnožju


Slika 71.

žarulje, a drugi kraj s kovnim kontaktom, koji je smješten na dnu podnožja žarulje izolirano od nareza. Žarulju možemo s podnožjem učvrstiti u grlo (slika 71.), koje je spojeno s mrežom struje tako, da je jedan pol u kontaktu s narezom grla, a drugi s kontaktom na dnu. Na taj način su krajevi niti u žarulji spojeni s polovima mreže. Dimenzije tih grla su određene međunarodnim sporazumom i za

obične žarulje zovu se Edisonova grla (promjer 26 mm). Za velike žarulje upotrebljavaju se grla većih dimenzija t. zv. Golijat grla (promjer 39 mm), a za male žarulje Mignon grlo (promjer 13 mm).

O duljini i debljini niti u žarulji zavisi, koliko ona daje svjetlosti. Naučna su istraživanja pokazala, da je izvor svjetlosti te ekonomičniji, što je viša njegova temperatura. S toga razloga treba nit u žarulji sagraditi od takovoga materijala, koji se može ugrijati do vrlo visoke temperature, a da kraj toga ne promijeni svoja fizikalna svojstva. Danas se najviše upotrebljavaju kovine visokoga tališta kao na pr. volfram, tantal, osmium i njihove legure kao na pr. osram. Ako kod običnih evakuiranih žarulja upotrebimo tako jaku struju, da se nit užari do bijele žari, ona se vrlo brzo raspršì, staklo pocrni, a nit na najtanjem mjestu pregori. Budući da je napetost struje, koja služi za rasvjetu normalizirana (110 ili 220 volta), to se grade žarulje tako, da priključene na tu napetost propuštaju struju toliko jaku, da se nit dovoljno užari. Kad priključujemo žarulju na mrežu centrale treba zato uvijek paziti, s kojom napetosti radi centrala. Ako žarulju građenu za 110 volta priključimo na mrežu od 220 volta, pregorjet će nit u momentu, jer žarulja ima premali otpor, pa je struja toliko jaka, da se nit na jednom mjestu odmah rastali. Žarulje su građene tako, da priključene na propisanu napetost gore po prilici 1000 sati. Takova žarulja troši za svaku Hefnerovu svijeću jakosti svjetlosti po prilici jedan vat.

Kako bismo mogli povećati temperaturu niti i time popraviti ekonomičnost žarulje, pune se posude žarulja, kojim indiferentnim plinom (dušikom, argonom), koji ne podržava gorenje. Time se osim toga spriječi raspršavanje niti, pa je nit trajnija. Takove žarulje dolaze u trgovinu pod imenom nitro-žarulje. Nit je osim toga kod većine

žarulja smotana u spiralu i namještena u sredini žarulje. Temperatura niti je u takovim žaruljama viša nego u običnim evakuiranim i iznosi po prilici 2200° C, pa one daju zbog toga jaču i bjelju svjetlost. Žarulje s više od 800 svijeća troše po svijeći po prilici 0,5 vata struje, pa ih često zovu poluvatne žarulje. Kadkada se još upotrebljavaju žarulje s ugljenovom niti, jer su otpornije protiv trešnje i udaraca. Te žarulje troše mnogo više struje (3,4 vata po svijeći), a svjetlost im je žućkasto-crvena.

11. ELEKTRIČNI LUK.

Taknemo li dva vodiča, koji su spojeni s izvorom električne struje dosta visoke napetosti (u seriju mora biti spojen i otpor), pa ih nešto razmaknemo, nastat će na mjestu prekida vrlo jaka svjetlost. Ta se pojava zove električni luk. Ako su ta dva vodiča ugljeni, a struja istosmjerna opazit ćemo, ako luk neko vrijeme gori, da na onom ugljenu, koji je spojen s pozitivnim polom nastaje mala udubina (t. zv. krater), a drugi će ugljen imati šiljati kraj. Između oba ugljena nastaje svijetla vrpca usijanih plinova, koji se zove luk. Ovi se ugljeni proizvode umjetnim načinom, pa ćemo ga u kratko opisati. U posebnim mlinovima smelje se koks, retortni ugljen i antracit u finu prašinu, pomiješa se sa čađom i katranom, pa nastane plastična masa. Kod povišene stalne temperature ta se masa miješa i u posebnim strojevima pod velikim tlakom tjera kroz otvore različitog promjera. Na taj način dobiva ugljen poznati oblik štapa. Oni ugljeni, koji dobiju stijenj, prešaju se kroz otvore, koji imaju u sredini iglu. Nakon toga dolaze ti štapovi plastične mase u posebne peći, gdje se peku slično kao i keramika i dobivaju tvrdoću. Ovo ugrijavanje i ohlađivanje traje po nekoliko dana i o tome zavisi u mnogome kvaliteta ugljena. Kad se

štapovi ohlade režu ih, poliraju, šilje, pa je time fabrikacija dovršena. Oni šuplji ugljeni napune se još sa stijenjom. Stanovite vrsti ugljena treba još galvanski pobakriti i time povećati električku vodljivost.

Mjerenja su pokazala, da je razdioba ukupne svjetlosti, što je izbija električni luk ovako podijeljena: 85% ukupne svjetlosti otpada na pozitivni krater, 10% na negativni ugljen, a samo 5% na sam luk. Luk postaje sve dulji, a to znači, da ugljen s vremenom polagano izgara. Pozitivni ugljen troši se brže nego negativni, pa zato treba uzeti za pozitivnu elektrodu deblji ugljen. Luk šeta uz rub homogenog ugljena, pa bi nam to kod projekcije smetalo iz razloga, koje smo spomenuli kod optičkih zakona. Da se zapriječi to šetanje luka, pozitivni je ugljen izbušen po duljini i napunjen ugljenovom prašinom (ugljeni sa stijenjom), a negativni je ugljen homogeni ili masivni. Mnogo više svjetlosti dobivamo od efektnih ugljena ili ugljena s plamenim lukom. U tih ugljena prašina je u stijenju pomiješana s različitim kovnim solima, koje različito bojadišu plamen. Za kinoprojekciju možemo upotrebiti samo takove efektne ugljene, koji daju potpuno bijelu svjetlost. Kod električnoga luka s takovim ugljenima razdioba je svjetlosti sasvim drugačija, nego što smo prije spomenuli. Od ukupne svjetlosti, koju izbija takova svjetiljka otpada na sam luk 25%, na pozitivni krater 45%, a na negativni ugljen 30%. Vrlo su ekonomični Görz-Beck ugljeni, koji imaju stijenj sa solima, koje vrlo pojačavaju izbijanje svjetlosti, a na površini su galvanski pobakreni, pa ih možemo kraj iste debljine opteretiti mnogo jačom strujom. Ti se ugljeni upotrebljavaju redovno u lučnim svjetiljkama sa zrcalom.

Što je jača struja, bit će krajevi ugljena jače usijani, pa će i brže izgarati. Zato je potrebno, da debljinu ugljena

prilagodimo jakosti struje. Slijedeće tablice pokazuju nam taj odnošaj za istosmjernu struju kod običnih ugljena, kod Goerz-Beck, kod Kino Noris i Noris Juwel ugljena.

Homogeni ugljeni

Ampera	Volta	Promjer ugljena mm	
		+	−
25	50	12	11
30	50	13	12
35	50	14	13

Görz-Beck ugljeni

Ampera	Volta	Promjer ugljena mm	
		+	−
35	30	6	5
40	32	6,5	5,6
45	32	7	6
50	35	7,5	6
55	35	8	6,5

Ampera	KINO NORIS		NORIS JUWEL	
	Positivni stijenj	Negativni homogeni	Positivni stijenj	Negativni pobakreni, sa stijenjom
	∅ in mm		∅ in mm	
8—12	9	6	—	—
10—14	10	6	9	6
13—17	10	7	9	6
15—20	11	7	10	6
18—22	11	8	10	7
20—25	12	8	11	7
22—27	12	9	11	8
25—30	13	9	12	8
27—32	13	10	12	9
30—35	14	10	13	9
32—37	14	11	13	10
35—40	15	12	14	10
37—42	16	13	14	11
40—45	17	14	15	12

Napetost na luku ne možemo po volji mijenjati, nego ona zavisi o vrsti ugljena i nješto o njihovom međusobnom položaju. Tako je napetost na luku među homogenim ugljenima nešto veća nego kod efektnih ugljena. Ako luk gori u prostoru, gdje se vrlo polagano mijenja uzduh, napetost je oko 50 do 60 volta.

Iz ovoga razlaganja slijedi, da ne možemo električni luk priključiti direktno na mrežu s napetosti 110 ili 220 volta, nego je potrebno, kako smo to već prije spomenuli uvrstiti u seriju s lučnom svjetiljkom i reostat, u kojem će se uništiti suvišna napetost. Ta će se suvišna električna energija pretvoriti u toplinu i ugrijati reostat. Jasno je da električno brojilo bilježi i taj potrošak struje, pa je to novčani gubitak. Zato je vrlo korisno, kako ćemo još kasnije vidjeti, na bilo koji način, koji nije skopčan s gubitkom električne energije smanjiti napetost.

Prema onome što smo do sada spomenuli možemo izračunati koliki otpor mora imati reostat, ako želimo, da s njime smanjimo napetost. Uzmimo, da u projektoru upotrebljavamo lučnu svjetiljku, koja troši 15 do 20 ampera struje. Neka je napetost izvora struje 110 volta. Napetost je na električnome luku po prilici 40 volta, što znači, da moramo u reostatu uništiti 70 volta. Ako želimo, da u nekom krugu struje dobijemo struju jaku 20 ampera, a napetost je 70 volta, treba da je otpor toga kruga struje

70 volta : 20 amjera = 3,5 oma

Ako dakle želimo, da lučna svjetiljka gori s 20 ampera treba upotrebiti reostat s otporom 3,5 oma. Ako svjetiljka treba da gori s 15 ampera, morao bi otpor reostata biti

70 volta : 15 ampera = 4,7 oma.

Reostat dakle mora biti tako građen, da njegov otpor možemo regulirati između 3,5 i 4,7 oma, ako želimo, da

možemo jakost struje u lučnoj svjetiljki mijenjati između 15 i 20 ampera.

Želimo li lučnu svjetiljku upaliti znamo, da moramo na kratki čas ugljene međusobno dotaknuti, a to znači kratko spojiti. U tom slučaju ostaje u krugu struje uklopljen samo reostat s otporom od 4,7 oma, pa će jakost struje biti

110 volta : 4,7 oma = 23,4 ampera.

Da zapriječimo ovu jaku struju, treba reostat sagraditi tako, da mu otpor bude veći od 4,7 oma, na pr. 10 oma, pa će onda kod paljenja biti jakost struje

110 volta : 10 oma = 11 ampera.

Za pogon električnoga luka možemo upotrebiti i izmjeničnu struju, ali su u tom slučaju dosta velike poteškoće. Luk vrlo često šeće po rubovima ugljena i vrlo lako ugasi, ako su ugljeni samo nešto malo razmaknuti. Kod takovih svjetiljka moramo upotrebljavati jednako debele ugljene na pozitivnom i negativnom polu, jer se polovi neprestano mijenjaju i ugljeni na oba pola jednako brzo izgaraju, jer struja neprekidno mijenja svoj smjer.

Jakost svjetlosti kod luka s izmjeničnom strujom je za 50% manja, nego kod istosmjerne struje. Zbog toga je uvijek najbolje izmjeničnu struju pretvoriti u istosmjernu struju, kako ćemo to kasnije pokazati.

Napose treba još istaknuti lošu stranu lučne svjetiljke s izmjeničnom strujom kod kinematografske projekcije. Izmjenična struja, koju proizvode električne centrale ima redovno 50 perioda, a to znači, da struja u jednoj sekundi 100 puta mijenja svoj smjer. Lučna svjetiljka, koja gori s izmjeničnom strujom nema zbog toga u svakom momentu jednak intenzitet svjetlosti. U onaj čas, kad je jakost struje nula, ugljeni se nešto ohlade i jakost svjetlosti nešto pad-

ne. Svjetiljka se ne ugasi, jer krajevi ugljena i sam luk imaju dosta visoku temperaturu. Ako s takovim izvorom svjetlosti rasvijetlimo mirni predmet, ne opažamo nikakovu razliku prema rasvjeti s lučnom svjetiljkom, koja gori s istosmjernom strujom. Mašemo li kod takove rasvjete sa štapom, vidjet ćemo mnogo štapova u različitim položajima. Kad bi izmjenična struja imala frekvenciju 25 titraja ili još manje, našem bi oku to vrlo smetalo i ne bismo kod takove rasvjete mogli dulje vremena izdržati. Poznato je, da kod projekcije zvučnoga filma zastor za projekciju 48 puta na sekundu potamni, jer projiciramo 24 slike na sekundu, a zaslon ima dva otvora. Prema tome vidimo, da struja, dakle i jakost svjetlosti mijenja 100 puta na sekundu svoju jakost, a zastor potamnjuje kod projekcije filma 48 puta na sekundu, pa se može dogoditi, da će struja biti baš najslabija onda, kad će zaslon otvoriti objektiv. Kad bi projicirali s točno 25 slika na sekundu, a struja bi imala točno 50 perioda, moglo bi se dogoditi, da bude slika projicirana kod najjače svjetlosti, kod najslabije ili kod bilo koje srednje vrijednosti. Te se prilike ne bi mijenjale za cijelo vrijeme projekcije. Međutim taj idealni slučaj ne može se u praksi nikada dogoditi, jer projektor ipak mijenja brzinu rotacije, a osim toga projiciramo 24 slike na sekundu. Posljedica toga je ta, da će se rasvjeta na zastoru neprestano mijenjati od najjače do najslabije, jer frekvencija promjene slike i frekvencija izmjenične struje nisu u istoj fazi. Zbog toga nije nipošto zgodno upotrebljavati izmjeničnu struju za pogon lučne svjetiljke kod kinematografske projekcije.

Ako promatramo kako izgaraju ugljeni u lučnoj svjetiljki odmah možemo zaključiti, da li je pogon u redu. Ima nekoliko faktora, koje treba uzeti u obzir, ako želimo, da lučna svjetiljka ispravno gori. Zastor za projekciju bit će

neprekidno jednoliko osvijetljen samo u slučaju, ako ugljeni pravilno izgaraju.

Opisat ćemo najprije prilike u onom slučaju, ako upotrebljavamo o b i č n e u g l j e n e. Napetost na ugljenima mijenja se prema tome u kojem su položaju ugljeni jedan prema drugome, kakova je vrst ugljena i kolika je jakost struje.

Poznato je, da napetost na luku r a s t e kod običnog ugljena, ako p o v e ć a m o daljinu elektroda, ona postaje m a n j a, ako ugljene p r i b l i ž i m o. Jakost struje u prvom slučaju postaje manja, dok u drugom slučaju raste. Napetost na luku ne smijemo na taj način mijenjati da mijenjamo daljinu ugljena, nego moramo zgodno dimenzionirati reostat i mijenjajući njegov otpor nastojati, da bude na luku propisna napetost i jakost struje. Otpor reostata u omima možemo izračunati iz Ohmovog zakona

$$\text{Otpor} = \frac{\text{napetost izvora} - \text{napetost na luku}}{\text{jakost struje}}$$

Uzmimo jedan primjer. Naš pretvarač daje struju s napetosti 80 volta, lučna svjetiljka treba da gori s 20 ampera, a propisana napetost na luku je 45 volta. Potrebni otpor bit će

$$\text{otpor} = \frac{80 - 45}{20} = \frac{35}{20} = 1{,}75 \text{ oma}$$

Namjestimo li propisanu napetost na luku time, da ugljene približimo, negativni će se ugljen vrlo jako zašiljiti i na vrhu nastat će kuglica, a osim toga vrlo lako počne luk šikati. Ako su ugljeni u prevelikoj daljini, jer time želimo povisiti napetost na luku, luk se vrlo lako ugasi, treba vrlo često ugljene približavati, krater gori često na stranu, a sam luk je vrlo nemiran, pa je i rasvjeta na zastoru za projekciju vrlo nemirna.

Jakost struje, koja teče kroz električni luk ne smije se također tako namještati, da mijenjamo udaljenost ugljena, nego treba u tu svrhu opet upotrebiti reostat. Ugljeni će uvijek pravilno izgarati, ako upotrebljavamo ugljene, koji imaju prema jakosti struje propisanu debljinu. U opisu pojedine svjetiljke označeno je kod svake tipe svjetiljke koliki mora biti promjer pozitivnog i negativnog ugljena, ako želimo upotrebiti ugljene različite debljine. Na slici 72. (sredina) vidimo kako izgledaju krajevi ugljena, ako je struja za tu debljinu ugljena premalena. U tom slučaju ne možemo dobiti + krater, koji intenzivno svijetli. Na trećem mjestu vidimo na slici 72. ugljene, koji su prejako opterećeni, tj. jakost struje je prevelika za taj promjer ugljena. U tom slučaju ugljen se užari na prevelikom dijelu, gori nemirno i izgara vrlo brzo. Promjere ugljena treba tako odabrati, da ostaci izgorjelih ugljena budu kod + i — ugljena jednako dugi. U prvom slučaju (slika 72) ugljeni su namješteni previše blizu.

Ugljeni preblizu

Jakost struje premala

Jakost struje prevelika

Slika 72.

Treba napose upozoriti, da povećanje jakosti struje kod istoga promjera ugljena ne povećava jakost svjetlosti,

koju svjetiljka izbija. U prvi čas slika je nešto svjetlija, ali to brzo nastane, dok se usije veći komad ugljena.

Dobro izgaranje ugljena i time u vezi dobra rasvjeta zastora za projekciju ovisi o međusobnom položaju ugljena u svjetiljci. Slika 73. pokazuje nam pravilan i pogrješan položaj ugljena u svjetiljci, u kojoj su ugljeni smješteni horizontalno, a slika 74. isto u svjetiljci, gdje je + ugljen horizontalan, a — ugljen postavljen koso. Jasno je, da ove slike vrijede također i u onom slučaju, ako su ugljeni postavljeni krivo, t. j. pomaknuti na lijevu ili desnu stranu. U svakom slučaju slabija je rasvjeta zastora i pojedina mjesta na zastoru nisu jednako jako rasvijetljena.

Pravilno izgaranje

Negativni ugljen previše nisko

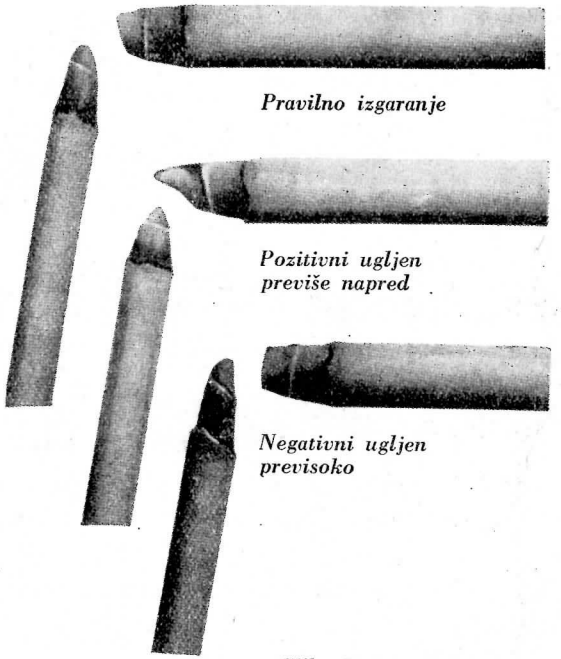
Negativni ugljen previše visoko

Slika 73.

Danas se sve više upotrebljavaju kod lučnih svjetiljaka sa zrcalom ugljeni velikog intenziteta (Görz-Beck ugljeni), pa je potrebno da prikažemo, koja je glavna razlika i prednost tih pojedinih vrsta ugljena.

Kod normalnih ugljena upotrebljava se stijenj također od čistoga ugljena, koji je smrvljen i utisnut u šupljinu ugljena. Pozitivni krater takovog ugljena užari

se kod svake jakosti struje po prilici do temperature od 4000° C. Prema tome je plošna svjetlina pozitivnog kratera kod svih jakosti struje jednaka. Površinu ugljena treba uvijek prilagoditi jakosti struje i ona je veća, što je jakost struje veća, a time je i jakost svjetlosti takove



Slika 74.

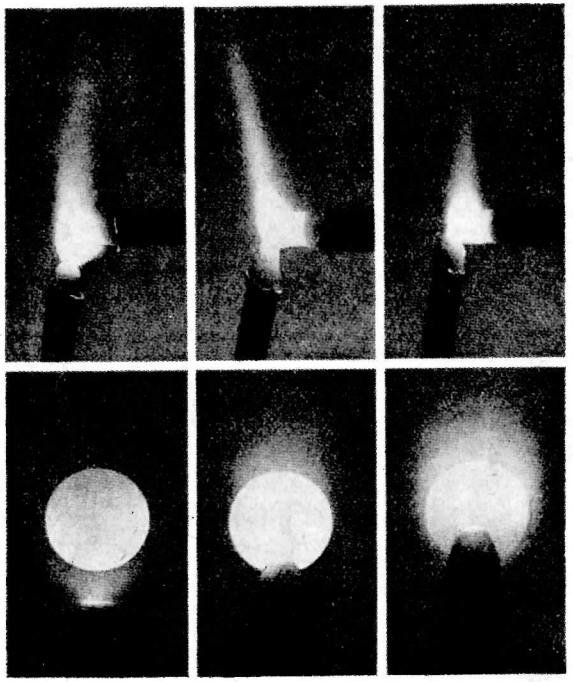
svjetiljke veća. Želimo li tu veću jakost svjetlosti iskoristiti za projekciju, moramo prilagoditi toj jačoj rasvjeti i optiku projekcionog aparata. U tom pogledu je i kod najmodernije optike postavljena granica, tako da možemo kazati, da ne postizavamo pojačanje rasvjete zastora za projekciju, ako opteretimo obične ugljena u lučnoj svjetiljci s više od 45 ampera.

Još više treba paziti na međusobni položaj ugljena kod Görz-Beck efektnih ugljena, a isto tako i na to, da točno udesimo propisanu jakost i napetost struje. Kod tih ugljena, koji daju vrlo intenzivnu rasvjetu, male netočnosti u udešavanju jakosti i napetosti struje, djeluju vrlo mnogo na iskorišćenje svjetlosti za projekciju.

Kako smo već spomenuli, kod Görz-Beck ugljena nije izvor svjetlosti samo + krater nego i onaj sloj užarenih plinova, koji se nalaze pred kraterom i u njemu. Ti plinovi daju mnogo više svjetlosti kod tih ugljena, nego što je to slučaj kod luka s običnim normalnim ugljenima. Na razvitak toga sloja plinova možemo mnogo lakše djelovati mijenjajući električne prilike kod luka i međusobni položaj ugljena, nego na stvaranje samoga kratera.

Treba imati na umu, da kod Görz-Beck ugljena izlaze plinovi iz pozitivnoga i negativnoga ugljena. Gustoća tih plinova zavisi o debljini ugljena i o jakosti struje, a intenzitet svjetlosti, koju ti plinovi izbijaju zavisi o napetosti na luku, odnosno o duljini luka. Smjer, u kojem struje ti plinovi iz ugljena zavisi o međusobnom položaju ugljena. Sve ove veličine treba međusobno tako udesiti kod Görz-Beck ugljena, da negativna i pozitivna struja plinova udare jedna na drugu tik ispred pozitivnog kratera i to zgodnom silom i brzinom, da može nastati Beck efekat, tj. da se stvori svijetleći sloj plinova. Kako ćemo postaviti ugljene zavisi prema tome o upotrebljenoj jakosti struje i debljini ugljena. Kod slabih struja, ispod 45 ampera, i tankih ugljena s promjerom 8 mm kod + ugljena ne smijemo udesiti predugačak luk, jer inače prevlada negativna struja plinova i pozitivna struja bude potisnuta. Kod velikih jakosti struje, na pr. 125 ampera i kod pozitivnog ugljena s 14 mm proreza ne smijemo udesiti kratki luk,

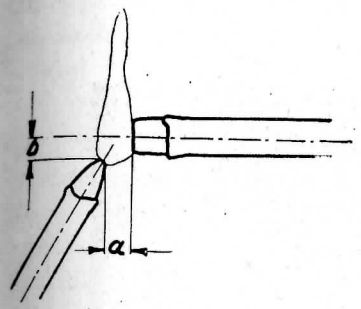
jer je u tom slučaju negativna struja plinova slaba, a isparivanje iz pozitivnoga kratera vrlo jako, pa je svjetlost svjetiljke nemirna.



Slika 75.

Kod Görz-Beck ugljena ne smijemo u nijednom slučaju upotrebljavati slabe struje. Ako kod pozitivnog ugljena s promjerom od 8 mm upotrebimo struju slabiju od 45 amjera, to je pozitivna struja plinova već sama po sebi preslaba, da u bilo kojem položaju nadvlada negativnu struju. U tom slučaju ne može nikako nastati Beck-efekt. Općenito se može kazati, da opterećenje ne smije biti manje

od 0,8 ampera po mm² površine ugljena. Na slici 75. vidimo ispravno i pogrješno namještene ugljene u Görz-Beck lučnom svijetlu, iz koje se vidi, kako je nejednoliko podijeljena svjetlost, kad ugljeni nisu pravilno postavljeni.



Slika 76.

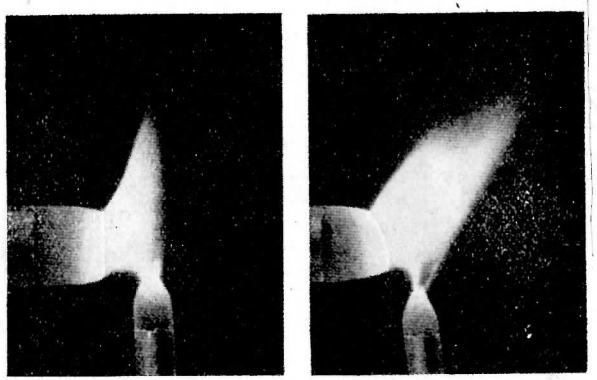
Kako se iz svega toga vidi, osobito je važno, da uvijek udesimo propisanu jakost struje i napetost, ali isto tako i međusobni položaj te udaljenost ugljena. Na slici 76. prikazano je shematski kako treba namjestiti ugljene, a pojedine vrijednosti unesene su u slijedeću tablicu:

Vrst svjetiljke	Jakost struje u amperima	Napetost na luku u voltima	Udaljenost mm	
			a	b
Mirasol	45	35	4	3
Mirasol	55	40	5	4
Artisol	75	45	7	5
Magnasol	80	45	7	5
Magnasol	110	50	10	8
Magnasol	115	55	10	10
Magnasol	125	60	11	13

Ako se upotrebe ove vrijednosti bit će uvijek zastor za projekciju jednoliko i mirno rasvijetljen, a lučna svjetiljka bit će iskorišćena koliko je najbolje moguće.

Vrlo je zgodno, ako lučna svjetiljka ima magnetičku puhaljku, jer je razmjerno dugi luk uperen upravo prema zrcalu svjetiljke. Osim toga u magnetičkom polju još su stabilniji usijani svjetleći plinovi u krateru. Takova magnetička puhaljka sastavljena je od dva plosnata željeza, koji su omotani izoliranom žicom, kroz koju

teče struja lučne svjetiljke, pa stvara magnetičko polje, koje tako djeluje na luk, da se on otklanja od zrcala. Na slici 77. lijevo vidimo luk, koji gori u magnetičkom polju, a na desnoj strani luk bez magneta. Iskustvo je pokazalo,



Slika 77.

da je zgodno upotrebiti magnetičku puhaljku i kod običnih normalnih ugljena, osobito u slučaju, ako je projektor jako priklonjen.

12. NEKE PRAKTIČKE UPUTE KOD UPOTREBE LUČNE SVJETILJKE

Kod umetanja ugljena u svjetiljku treba osobito paziti, da budu kontakti čisti, jer nastaje loši kontakt, ako zaostane nešto prašine. Na takovom mjestu nastaje mali luk, koji uništava ugljen i elektrode. Osim toga se mijenja jakost struje, pa svjetlost nije stalne jakosti.

Ako je svjetiljka građena za horizontalne ugljene treba gledati, da oni zbilja budu postavljeni horizontalno. Negativni ugljen mora biti nešto niže nego pozitivni, jer topli zrak tjera luk u vis, pa će u tom slučaju padati

luk upravo na pozitivni krater. Ako su ugljeni postavljeni pod kutem, ne smije se pozitivni ugljen staviti iznad negativnoga, jer inače nastaje t. zv. »nos« pa krater nije paralelan sa zrcalom i time je iskorišćenje mnogo lošije. Jasno je da treba paziti na to, da ugljeni nisu pomaknuti jedan prema drugome na desno ili na lijevo.

Ako upotrebljavamo vlažne ugljene lete od vremena do vremena komadići stijenja iz pozitivnoga kratera. Ta pojava ne samo, da smeta pravilnom krateru, nego može ozbiljno oštetiti skupocijeno zrcalo lučne svjetiljke i samu konstrukciju svjetiljke. Spretni operater stavit će zbog toga uvijek nekoliko komada ugljena u kutiju lučne svjetiljke, jer će se tamo zbog visoke temperature dobro osušiti.

Ako upotrebljavamo ugljene s bakrenom prevlakom treba paziti kod mijenjanja ugljena, da na pojedinim mjestima nisu ostali komadići bakra, koji znadu u tekućem stanju padati s ugljena, pa smetaju kod pogona svjetiljke.

Kod ugljena s velikim intenzitetom svjetlosti treba osobito paziti, da budu ugljeni vrlo točno namješteni, jer se inače gubi vrlo mnogo na jakosti svjetlosti.

U svjetiljkama, koje rade s ugljenima za veliku jakost svjetlosti razvija se vrlo mnogo topline, pa i temperatura zrcala i leća postaje vrlo visoka. Zbog toga su sve takove svjetiljke proviđene s posebnim napravama za zračenje kutije i hlađenje. Ako je ta zračna struja za hlađenje prejaka, može luk postati nestalan, pa u tom slučaju treba najprije kontrolirati ventilaciju kutije lučne svjetiljke. Ako bakrena prevlaka na jednom mjestu potamni, znak je da je na tome mjestu ugljeni štap prekinut, pa treba takav ugljen odmah zamijeniti s novim.

Ako je rasvjeta projekcione plohe žućkasto-smeđa, to je znak, da je luk među ugljenima prekratak. Naprotiv je

luk predug, odnosno krater pozitivnog ugljena nije više u fokusu zrcala ili leće, ako je rasvjeta suviše modrikasta.

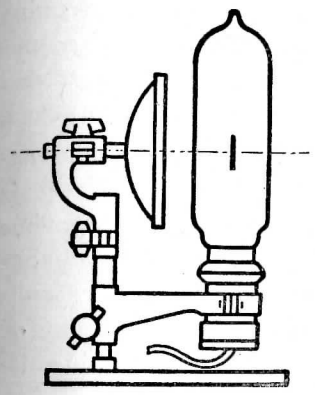
Kod modernih svjetiljka, koje rade s ugljenima velikog inteziteta ima posebna naprava koja zaštićuje zrcalo, dok palimo svjetiljku. Zrcalo treba uvijek čistiti i u redu držati, jer inače kondenzirane pare kovina, koje nastaju u luku smanjuju moć refleksije zrcala, a s vremenom unište i posrebrenu naslagu. Zrcalo najbolje je čistiti razrijeđenom rastopinom amonijaka, naravno onda kad se je staklo zrcala ohladilo.

13. PROJEKCIONE ŽARULJE

Tvornice električnih žarulja usavršile su proizvode tako, da možemo žarulje upotrebiti za projekciju filma u kućnom kinu, dapače i u manjim provincijskim kinematografima. Projekcioni aparati sa žaruljom imaju mnoge prednosti prema aparatima s lučnom svjetlosti. Kad smo jedanput namjestili u projekcioni aparat žarulju ne trebamo se za nju više brinuti, nego jedino struju raskopčati i ukopčati kod projekcije. Kod takovih aparata otpada mijenjanje ugljena, čišćenje svjetiljke, reguliranje i namještanje ugljena za vrijeme projekcije. Takova žarulja gori posve mirno bez ikakovoga šuma i ima stalnu jakost svjetlosti. Znatna je prednost takovih aparata, da je pogibelj od požara mnogo manja, jer nema užarenih ugljena, koji su otvoreni i ugrijani na vrlo visoku temperaturu. Osim toga lete često od pozitivnog kratera sitne usijane čestice, koje oštećuju kondenzor i zrcalo.

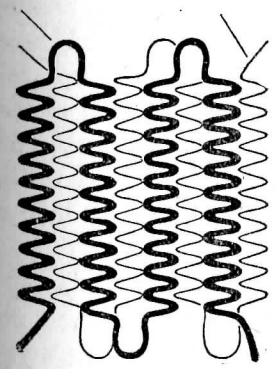
Te su žarulje izvedene u različitim oblicima prema njihovoj upotrebi. Takove se žarulje grade za normalnu napetost od 110 ili 220 volta, a kod projektora za uski film za napetosti od 15 do 30 volta. Kod žarulje za višu napetost mora nit, koja se usije biti dosta duga. Izvor

svjetlosti mora iz optičkih razloga biti što manji, pa pojedini dijelovi niti moraju biti smješteni u žarulji što bliže, ali se opet ne smiju nigdje doticati. Kod žarulja, koje su građene za priključak na 110 volta, a troše 1 kW površina izvora svjetlosti je 18×44 mm i ima plošnu svjetlinu 11,5 HK po mm².



Slika 78.

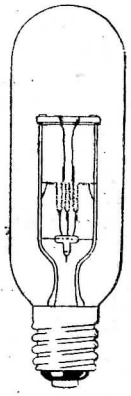
S ovakovim žaruljama možemo postići u dvoranama srednje veličine sasvim dovoljnu rasvjetu na dobrom projekcionom zastoru. Rasvjeta zastora bit će još bolja, ako upotrebimo konkavno zrcalo (slika 78.). U tom slučaju zrcalo ima drugu zadaću nego kod lučne svjetiljke sa zrcalom. Zrcalo treba tako namjestiti, da usijana nit žarulje dođe u dvostruku žarišnu daljinu zrcala. Prema optičkim zakonima za konkavno zrcalo znamo, da u tom slučaju slika užarene niti pada upravo tamo, gdje je i sama užarena nit (slika 79.). Ako udesimo tako da slika niti pada među same užarene niti, učinak je takav da i među prostor djeluje kao izvor svjetlosti. Zrcalo u tom slučaju reflektira one zrake svjetlosti, koje se šire natrag, pa ih možemo upotrebiti za rasvjetu filma. Zrcalo dakle kod žarulje ne skuplja zrake svjetlosti na filmu kao kod lučne svjetiljke, pa treba u tu svrhu upotrebiti i kondenzor.



Slika 79.

Mnogo su zgodnije žarulje s malom napetosti između 15 i 30 volta (slika 80.). Te žarulje troše po prilici 40 ampera. Napetost iz mreže treba u tom slučaju sniziti s transformatorom na tu potrebnu nisku napetost. Prednost takovih žarulja je i u tome, što možemo upotrebiti za pogon izmjeničnu struju iz gradske mreže, pa otpada trošak za nabavu ispravljača izmjenične struje u istosmjernu struju.

Slika 80. pokazuje nam takovu žarulju za malu napetost u obliku cijevi. Nit, koja se užari izrađena je iz volframa s debljinom 0,7 mm. Nit visi na debelim štapovima od niklja. Posuda žarulje izvedena je od teško taljivoga stakla tako, da podnosi visoku temperaturu. Takova žarulja za 15 volta, 40 ampera, 600 vata ima plošnu svjetlinu od 42 HK po mm^2, jakost svjetlosti je 2000 HK. Usijana površina velika je 8×9 mm. (Tungsram, Osram).

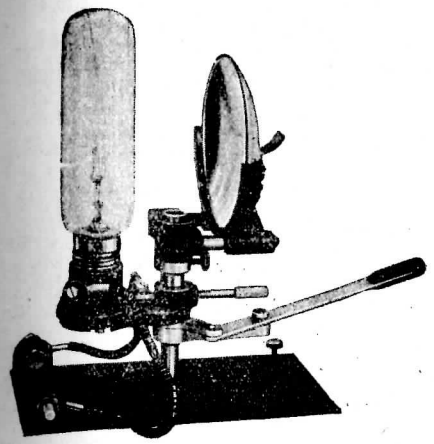


Slika 80.

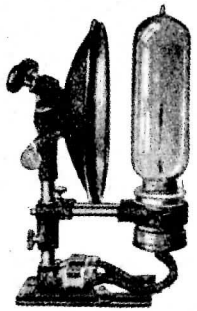
Te žarulje možemo u projekcionom aparatu upotrebiti s kondenzorom ili s konkavnim zrcalom. Ako upotrebimo obični kondenzor, zgodno je uzeti i prije opisano zrcalo, koje baca na kondenzor i onu svjetlost, koja se širi od žarulje prema natrag. Ako upotrebimo zrcalo mjesto kondenzora, pasti će na film samo ona svjetlost, koja se od užarene niti širi prema natrag. Od zraka svjetlosti, koje se šire napred vrlo će ih malo doći u objektiv.

Loša je strana projekcionih žarulja, njihova malena trajnost. Takove žarulje gore poprečno samo 100 sati. Veliku jakost svjetlosti postignemo na taj način, da nit jako opteretimo. Zbog toga opterećenja su žarulje vrlo osjetljive za daljnje preopterećenje. Gori li žarulja samo s nešto smanjenom napetosti, njezina je trajnost mnogo veća. Spretni operater

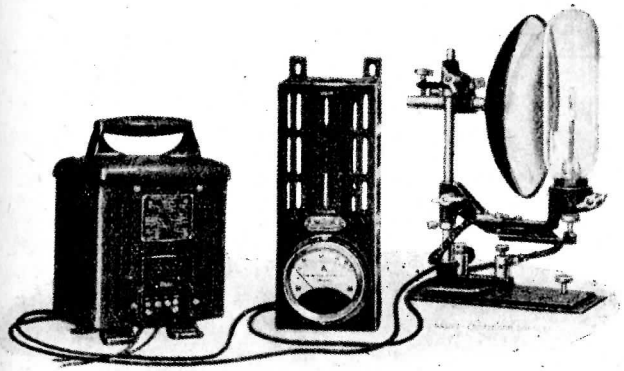
uvrstit će u tečaj struje zgodni reostat, s kojim može smanjiti napetost, dok projicira na pr. naslove ili jedno prozirnije mjesto na filmu. Ako smanjimo napetost od 15 na 14,25 volta,



Slika 81.



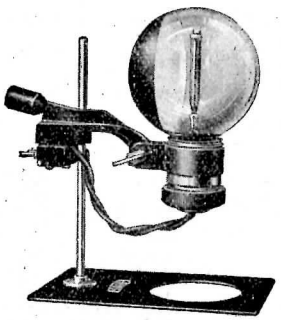
Slika 82.



Slika 83.

žarulja traje više nego dvostruko vrijeme, a jakost svjetlosti umanji se samo za 1/5. Reostat treba u tom slučaju uvrstiti u primarnu struju, koju dovodimo transformatoru,

jer je njezina jakost malena. Takove žarulje, koje gore s malom napetosti i velikom jakosti struje imaju posebno izrađeno podnožje. Na slikama 81., 82., 83., 84. vidimo nekoliko takovih žarulja s potrebnim zrcalima.



Slika 84.

14. PROPISI ZA ELEKTRIČNE VODOVE

Svaki vodič se ugrijava, ako kroz njega teče električna struja. Ugrijavanje zavisi o otporu vodiča, jakosti struje i vremenu, kroz koje teče struja. Izdani su zato propisi, koji određuju, koliko smijemo pojedini vod opteretiti, a složeni su pregledno u slijedećoj tablici:

Prerez vodiča u mm²	Najveća jakost struje	Osigurač
0,5	7,5	6
0,75	9	6
1,0	11	6
1,5	14	10
2,5	20	15
4,0	25	20
6,0	31	25
10,0	43	35
16,0	75	60
25,0	100	80

Ako bi se vodič previše ugrijao, mogu se upaliti lako upaljivi predmeti u blizini vodiča, pa je zato propisana i jakost osigurača, za pojedinu debljinu vodova, koja je unesena također u gornju tablicu.

Osim toga propisani su prerezi bakrenih vodova za različte vrsti instalacija, pa tanje vodove ne smijemo upotrebljavati. Tako na pr. vodovi u rasvjetnim tjelesima moraju imati najmanje prerez 0,75 mm², u cijevi u stijenu ne smiju se polagati vodovi tanji od 1,5 mm², u zgradama i izvan njih ne smiju se napinjati preko izolatora izolirani i neizolirani vodovi s manjim prerezom od 4 mm², a ako su napeti na daljinu veću od 35 m ne smiju imati manji prerez od 6 mm².

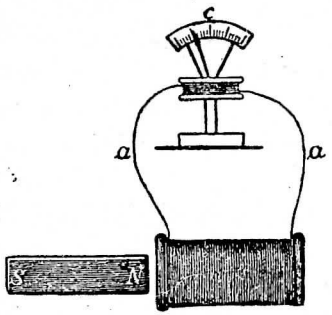
U hodnicima i na stubištima, te na izlazima moraju rasvjetna mjesta biti podijeljena najmanje na dva strujna kruga. Vodovi za rasvjetu u slučaju nesreće moraju biti položeni u ocjelnom oklopu, a sama cijev ne smije služiti kao jedan vod.

Svi vodovi za jaku struju moraju biti izolirani gumom, pa se zbog toga ne smiju upotrebljavati žice izolirane s voskom, koje služe sa telefone i električna zvonca. Mjesta gdje se pojedini vodovi odvajaju ne smiju biti samo smotana, nego spojena stezaljkama ili lemljena (lotana). Rasklopci moraju biti tako dimenzionirani, da se u pogonu ne griju. Drugim riječima to znači, da ne smijemo s jednim rasklopcem rasklapati struju u previše rasvjetnih mjesta. Iz podataka, koji su označeni na žaruljama možemo uvijek izračunati, koliko jaka struja prolazi kroz njih i prema tome kroz rasklopac, pa treba prema tome instalaciju udesiti. Uvijek treba imati na umu, da svaki loši kontakt stavlja struji veliki otpor, pa da će se ugrijati, ako kroz njega dulje vremena teče struja. To se često događa na momentnim rasklopcima, koji su montirani na rasklopnim pločama za prekidanje jačih struja. Pera, u koja sjedne nož rasklopca s vremenom nešto popuste, pa na tom mjestu nastane loši kontakt, koji se može vrlo lako ugrijati. Kad bismo u kabini namjestili sve potrebne rasklopce, osigurače, instrumente itd. na različitim mjestima, bila bi cijela naprava vrlo nepregledna i nezgodna za poslugu.

Zbog toga se obično montiraju svi električni uređaji u kabini na mramornu ploču, koja se zove uklopna ploča. Ta se namjesti na zgodnome mjestu, a na njoj je obično i glavni rasklopac za dovod struje, potrebni ampermetri i voltmetri, osigurači za lučnu svjetiljku, za rasvjetu u kabini, za pogonski motor itd. Ako je moguće mogu se na nju smjestiti osigurači i rasklopci za rasvjetu dvorane, premda je obično spretnije, ako su ti rasklopci namješteni u blizini projektora, jer je time rad za vrijeme projekcije zgodniji i spretniji. Zgodno je, ako si operater nariše skicu cijelog električnog uređaja kinematografa, jer ima u slučaju kakovog poremećenja mnogo veći pregled preko cijeloga uređaja, pa će pogrješku lagljе naći i odstraniti.

15. POJAVA INDUKCIJE.

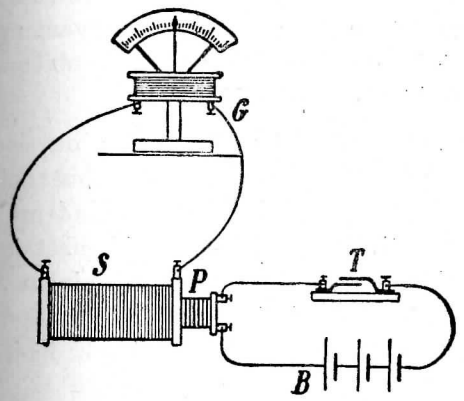
Uzet ćemo uzvojnicu s mnogo uzvoja tanke izolirane bakrene žice i spojiti je s osjetljivim galvanometrom c (slika 85.). Ako naglo gurnemo u uzvojnicu sjeverni pol N jakoga magneta, opazit ćemo, da će se kazalo galvanometra otkloniti. To pokazuje, da je kroz galvanometar tekla struja. Povučemo li magnet iz uzvojnice, otklonit će se kazalo galvanometra na protivnu stranu, a to znači, da je sada tekla struja protivnog smjera.



Slika 85.

Ako isti pokus ponovimo s južnim magnetičkim polom S, otklon galvanometra bit će na protivne strane, ako magnet gurnemo u uzvojnicu i izvadimo iz uzvojnice, ali na suprotne strane nego u prvome pokusu.

Pokušamo li, da magnet gibljemo jedanput brzo, a drugiput polagano, opazit ćemo, da je nastala struja u prvom slučaju jača nego u drugome. Isti učinak opažamo, ako magnet miruje, a uzvojnica se miče. Dotle dok magnet miruje u uzvojnici, galvanometar ne pokazuje struje.



Slika 86.

Takove struje otkrio je prvi veliki engleski fizičar Faraday, a zovemo ih inducirane struje.

Sam pojav zove se indukcija. Kako iz opisanih pokusa vidimo, nastaju takove inducirane struje uvijek onda, ako se zatvoreni krug vodiča giblje u magnetičkome polju. Zbog toga, jer je magnet inducirao u vodiču struju, obično se ta pojava zove magnetoindukcija.

Ako kroz uzvojnicu s malo uzvoja debele žice P (slika 86.) pustimo dosta jaku struju, znamo da na jednom kraju uzvojnice nastaje sjeverni, a na drugom južni pol. Zbog toga mora u drugoj uzvojnici S, koja ima mnogo uzvoja tanke izolirane bakrene žice, nastati opet inducirana struja, ako te dvije uzvojnice naglo približimo ili udaljimo. Ako uzvojnicu S spojimo s galvanometrom G, pokazivat će nam doista kazalo otklon. Ona uzvojnica, kroz koju teče struja iz baterije B, zove se u ovom slučaju primarna uzvojnica, a ona, u kojoj nastaju inducirane struje, zove se sekundarna uzvojnica.

Kad uzvojnice jednu drugoj primičemo, nastaje inducirana struja protivnog smjera, nego u onom slučaju kad uzvojnice razmičemo.

Ako promijenimo smjer struje u primarnoj uzvojnici, promijeni se također u oba slučaja smjer inducirane struje. Zbog toga, jer tu nastaje inducirana strupa djelovanjem električne struje, koja teče u primarnoj uzvojnici, obično se ta pojava naziva voltaindukcija.

Inducirane struje mogu nastati i na taj način, da sekundarnu uzvojnicu stavimo oko primarne, pa u primarnoj struju baterije prekidamo i sklapamo. Kad primarnu struju sklopimo s tipkalom T (Slika 86.) nastaje oko uzvojnice magnetičko polje, a kad struju prekinemo, nestaje magnetičkoga polja. Učinak je dakle isto takav, kao da smo sekundarnu uzvojnicu približili magnetu ili je od njega odmaknuli.

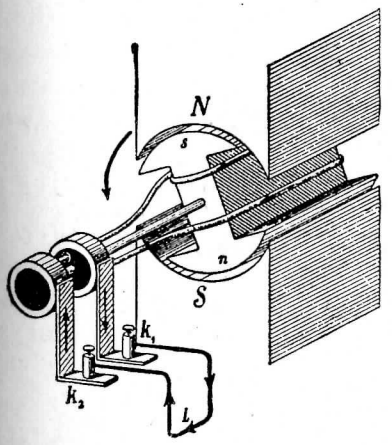
Istražujući inducirane struje, opazit ćemo, da inducirana struja, koja nastaje sklopom primarne struje ima smjer njoj protivan, a kod rasklopa primarne struje inducirana struja ima isti smjer kao i primarna.

Stavimo li u primarnu uzvojnicu komad mekoga željeza ili snop žica od mekoga željeza, bit će inducirane struje mnogo jače, jer je u tom slučaju pojačano magnetičko polje primarne uzvojnice.

Ako vodič pomičemo u magnetičkom polju smjerom silnica, galvanometar nam pokazuje, da u vodiču ne nastaje inducirana struja. Inducirana struja nastaje u zatvorenom vodiču samo onda, ako vodič reže silnice.

16. DINAMO-STROJEVI.

Izvori električne energije, koje smo do sada upoznali, pretvaraju kemijsku energiju u električnu. Na taj način ne možemo dobiti veće množine električne energije, a sama proizvodnja je skupa.

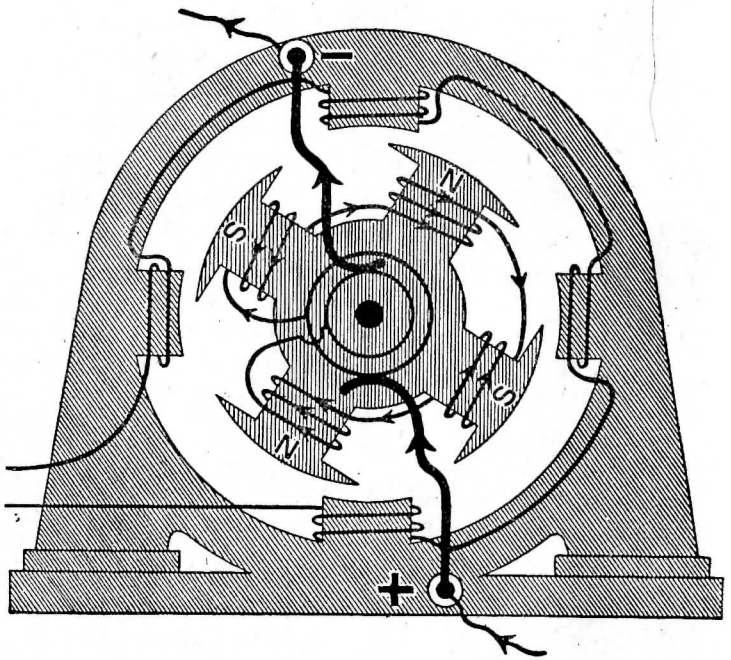


Slika 87.

Opisat ćemo sad, kako možemo iz mehaničke energije dobiti električnu energiju. Mi već znamo, da dobivamo trenutačne struje, koje neprekidno mijenjaju svoj smjer, ako pomičemo amo i tamo u magnetičkome polju uzvojnicu bakrene žice. Treba toj uzvojnici i magnetu dati zgodan oblik, na pr. takav, da se uzvojnica može u magnetičkom polju okretati, kako je prikazano na slici 87. Oko komada mekog željeza u obliku dvostrukoga slova T namotano je mnogo izolirane žice. Da bude slika preglednija naznačena su na njoj samo dva uzvoja. Na osi te uzvojnice sa željeznom jezgrom — kotva stroja — nalaze se dvije ploče od izolatora, koje imaju na svome obodu kovne prstene. Ti su prsteni spojeni u početkom i krajem žice na uzvojnici. Po tim prstenima kližu kefice, koje su spojene sa stezaljkama k_1 i k_2. Ako te stezaljke spojimo žicom L, dobit ćemo zatvoreni krug struje.

U kotvi će nastati magnetički polovi n i s djelovanjem jakoga magneta N S. Kotvu možemo okretati oko osi u

smjeru strijelice. Budući da se kotva giblje u magnetičkome polju, nastat će u njezinim uzvojima inducirana struja, koja ima smjer, kako je označeno na slici na keficama. Ako se kotva okrene za 180°, promijenit će se polovi na željeznoj jezgri kotve, pa će kod daljeg okretanja nastati struja upravo protivnoga smjera. To će se uvijek ponavljati, ako se kotva neprekidno okreće. Mi kažemo, da u



Slika 88.

uzvojnici toga stroja nastaju izmjenične struje. To je dakle takova struja, koja je sastavljena od samih kratkotrajnih struja, koje neprekidno mijenjaju smjer.

Kod velikih strojeva, kakovi se upotrebljavaju u elektrićnim centralama, koji također proizvode izmjeničnu struju, uređaj je nešto različit. Mjesto običnoga magneta upotrebljava se elektromagnet, jer daje mnogo jače magnetičko polje. Taj magnet je postavljen na osovinu i vrti se, a uzvojnice, u kojima nastaje indukcijom struja miruju. Struja za buđenje elektromagneta dovodi se preko kefica, kako je prikazano na slici 88. Stroj ima toliko uzvojnica, koliko ima magnetičkih polova. Polovi magneta su izmjenice sjeverni i južni, a približuju se i udaljuju, dok se kotva okreće od pojedinih uzvojnica na željeznim jezgrama. Zbog toga nastaje indukcijom u tim uzvojnicama inducirana struja, koja neprestano mijenja smjer, tj. izmjenična struja.

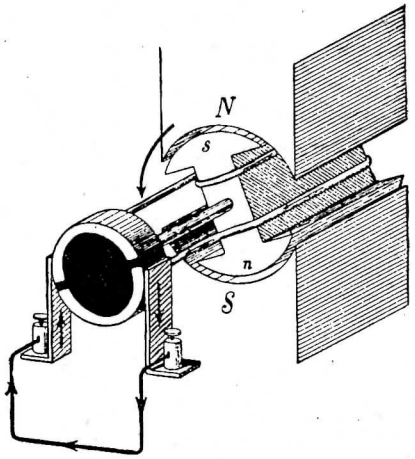
Električne centrale imaju tako građene strojeve, da nastane u njima izmjenična struja, koja teče u sekundi 50 puta jednim i 50 puta protivnim smjerom. Kažemo, da izmjenična struja ima frekvenciju od 50 perioda.

Ovakovu izmjeničnu struju možemo upotrebiti za električnu rasvjetu, za sve učinke topline, za pogon motora, ali na pr. u elektrokemijskim tvornicama, gdje se radi s elektrolizom, takova struja ne odgovara. I kod kinematografa, također ne možemo upotrebiti takovu struju za pogon lučne svjetiljke, pa ćemo kasnije spomenuti, na koji način udešavamo prilike u gradovima, koji imaju redovno mrežu s izmjeničnom strujom.

Za pogon motora osobito je zgodna trofazna izmjenična struja, koju danas električne centrale najviše proizvode. To su struje, koje nastaju jedna neovisno od druge u istome stroju, a za vođenje te struje u daljinu potrebne su tri žice.

Izmjenit ćemo nešto uređaj na stroju, koji je prikazan na slici 87. Na os ćemo namjestiti ploču od izolatora i na

nju pričvrstiti kovni valjak, koji je podijeljen na dva dijela (slika 89.). Ako kotvu okrećemo nastat će u njoj opet izmjenična struja, ali jer se zajedno s kotvom vrti i ona naprava na osi, bit će kefice u vezi s onim dijelom uzvojnice, koji uvijek siječe silnice istim smjerom. To znači, da će u izvanjskom krugu teći struja uvijek istim smjerom. Ova ploča od izolatora, na kojoj su smještene obje polovice kovnog valjka zove se k o m u t a t o r. Takav stroj daje nam dakle i s t o s m j e r n u s t r u j u, koja ima ista svojstva kao i struja iz galvanskih elemenata.

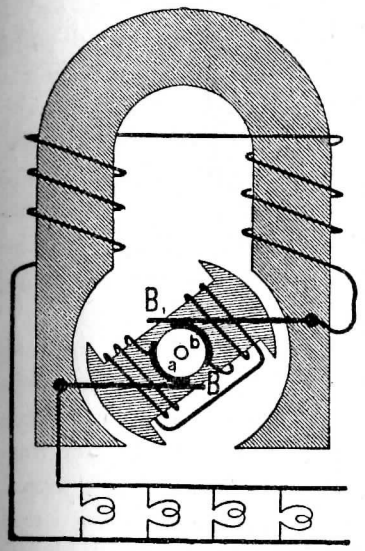


Slika 89.

I kod ove vrsti strojeva mogli bi upotrebiti mjesto permanentnoga čeličnoga magneta elektromagnet, ali ipak ti strojevi ne bi mogli služiti za proizvodnju struje na veliko u centralama, jer bi za buđenje magneta trebali vrlo mnogo galvanskih elemenata.

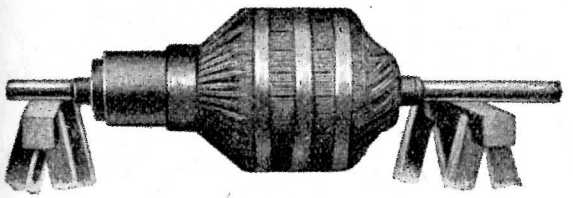
Ovaj nedostatak je otstranio kod električnih strojeva godine 1867 W e r n e r S i e m e n s, kad je pronašao d i n a m o e l e k t r i č n i p r i n c i p (slika 90.). Svako željezo ima nešto magnetizma, pa mora prema tome u kotvi nastati vrlo slaba struja. Ako tu struju vodimo kroz uzvoje elektromagneta mora magnetizam magneta postati jači. Jače magnetičko polje proizvest će jače inducirane struje, te će opet u elektromagnetu dati jače polje, pa će se taj proces nastavljati dotle, dok magnet ne postigne

maksimum jakosti. Na slici 90. prikazan je takav stroj. Izvan stroja struja teče kroz nekoliko električnih žarulja.



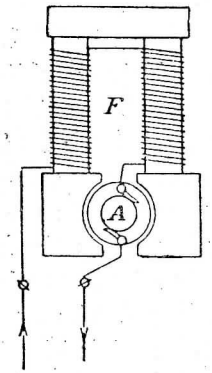
Slika 90.

Kod današnjih strojeva upotrebljava se mjesto do sada opisane kotve u obliku dvostrukoga slova T t. zv. k o t v a n a b u b a n j. (slika 91.). Na takovu kotvu može se smjestiti mnogo više žice, pa je učinak bolji, jer je možemo zamisliti sastavljenom od mnogo T-kotva. Početak i kraj svake uzvojnice odveden je na kovnu ploču, kojih ima toliko koliko i uzvojnica, a sve su međusobno izolirano namještene na osi. Sve te ploče čine zajedno k o l e k t o r. Na njega su pritisnute kefice, koje po njemu kližu kad se kotva vrti i djeluju slično kao prije opisani k o m u l a t o r.

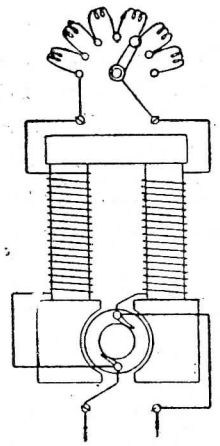

Slika 91.

Struja, koju dobivamo iz takovoga stroja ima uvijek isti smjer i u svom je učinku jednaka struji galvanskih elemenata, a zovemo je i s t o s m j e r n a s t r u j a.

Ako kroz uzvoje elektromagneta vodimo cijelu struju, koja nastaje u stroju, zovemo takav stroj dinamostroj s glavnim spojem (slika 92.). Ako u uzvoje elektromagneta vodimo samo jedan dio nastale struje, zove se takav stroj dinamostroj sa sporednim spojem (slika 93.). U krug struje, koja teče kroz elektromagnet, treba u tom slučaju uvrstiti reostat, kojim možemo mijenjati jakost struje u uzvojima elektromagneta i time napetost struje, koja nastaje u kotvi.



Slika 92.

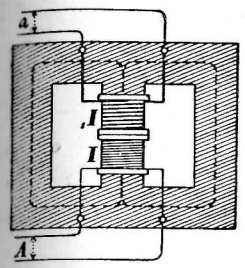

Slika 93.

Prije smo spomenuli, da za buđenje elektromagneta kod stroja za izmjeničnu struju treba istosmjerna struja. Ako pogledamo u električnoj centrali takav stroj za izmjeničnu struju, opazit ćemo, da on na istoj osovini ima i mali dinamostroj s kolektorom za dobivanje istosmjerne struje.

17. PRENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE

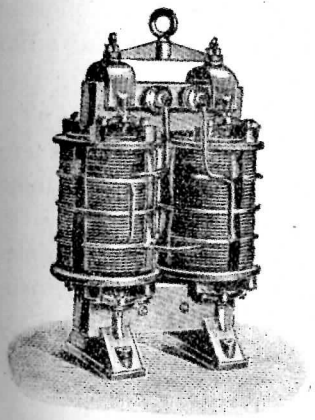
Mi znamo, da se svaki vodič, kroz kojega teče električna struja grije i da je množina razvite topline ovisna o jakosti struje i otporu vodiča. Želimo li na pr. prenijeti struju jaku 100 ampera, treba upotrebiti bakrene žice s promjerom od 8 mm. Kako jakost struje, koju prenosimo postaje veća, tako postaje i bakrena žica deblja, a time postaju veći i troškovi postavljanja električnoga voda. Električna je energija određena umnoškom volta i ampera. Gubici zbog ugrijavanja vodova bit će manji, ako

nam uspije smanjiti broj ampera, a povećati broj volta, dok će prenesena energija biti ista. Evo jedan primjer: Sasvim je svejedno, da li prenašam struju jaku 100 ampera kod napetosti 100 volta, ili struju jaku 10 ampera kod 1000 volta, jer je $100 \times 100 = 10.000$, a isto tako je $10 \times 1.000 = 10.000$. U oba slučaja prenijeli smo istu energiju tj. 10.000 vata = 10 kW. Razlika je samo u tome, da u drugom slučaju treba upotrebiti mnogo tanje žice, jer kroz njih teče samo 10 ampera.

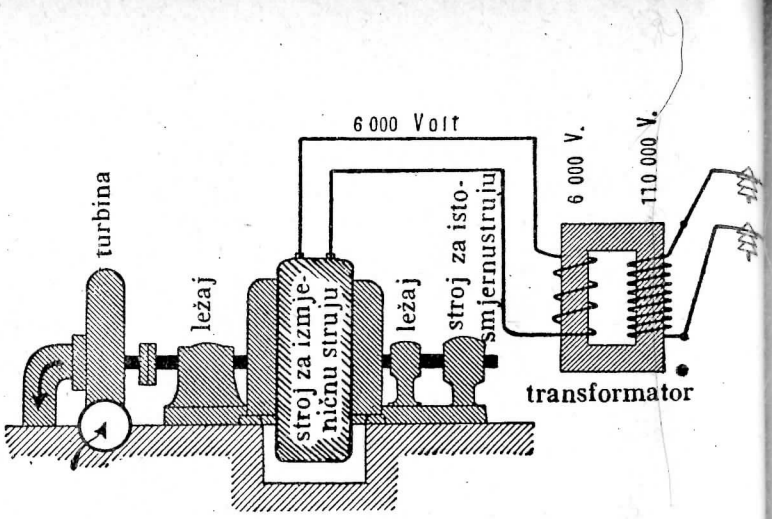


Slika 94.

Napetost, koju nam daje dinamostroj za istosmjernu struju ne možemo mijenjati, pa je zato istosmjerna struja vrlo nezgodna, ako je treba voditi na velike daljine. Zbog toga se grade električne centrale, koje imaju opskrbiti velike površine električnom energijom tako, da one proizvode izmjeničnu struju, jer ti strojevi mogu dati mnogo veće napetosti, a osim toga možemo toj struji po volji mijenjati napetost. To se događa u t. zv. transformatorima (slika 94. i 95.).


Slika 95.

Izmjenična struja, koja nastaje u stroju ima napetost 5000 volta, a teče kroz uzvojnicu I' debele žice (slika 94.). Ta je uzvojnica namotana na željeznu jezgru, koja je sastavljena od željeznoga lima. Na istome željezu nalazi se i druga uzvojnica I, koja ima mnogo

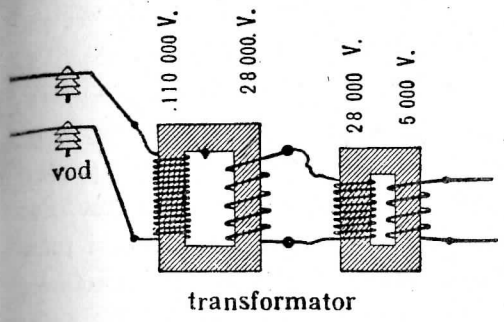


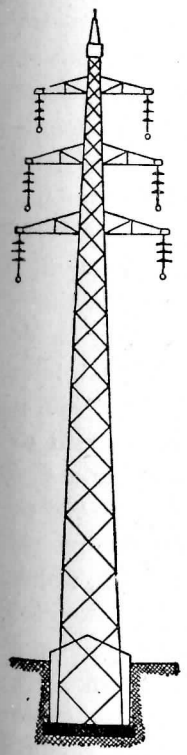
Slika 97.

zavoja tanje žice. Izmjenična struja neprestano mijenja svoj smjer, pa mora zbog toga kod svake promjene njezina smjera jakost pasti na nulu, a to je isto toliko kao da je struja u toj uzvojnici prekinuta. U drugoj uzvojnici moraju dakle nastati indukcijom struje, koje se isto tako mijenjaju, kao i one u uzvojnici I'.

Uzvojnica s manje zavoja debele žice zove se p r i m a r n a, a ona s više zavoja tanke žice zove se s e k u n d a r n a. Napetost struje u drugoj uzvojnici zavisi o tome u kakovom su odnošaju brojevi zavoja na primarnoj i sekundarnoj uzvojnici. Napetost u sekundarnoj uzvojnici može biti i 100.000 volta. Ovakovu struju velike napetosti, kojoj je jakost toliko puta manja, koliko je napetost u transformatoru postala veća, možemo s malo gubitaka prenositi u velike daljine.

U kućanstvu, obrtu i industriji ne može se upotrebiti struja s tako velikom napetosti, pa je u transformatoru treba opet pretvoriti u struju male napetosti. U uzvojnicu s mnogo zavoja tanke žice dovodi se struja visoke napetosti, a iz uzvojnice s debelom žicom s manje zavoja izlazi struja male napetosti. Za transformaciju prije spomenute trofazne struje mora transformator imati dvaputa po tri uzvojnice. U gradu se upotrebljava struja iz mreže i za pogon električnoga zvonca, pa se u tu svrhu transformira u malim transformatorima na napetost od 3 volta.





Slika 96.

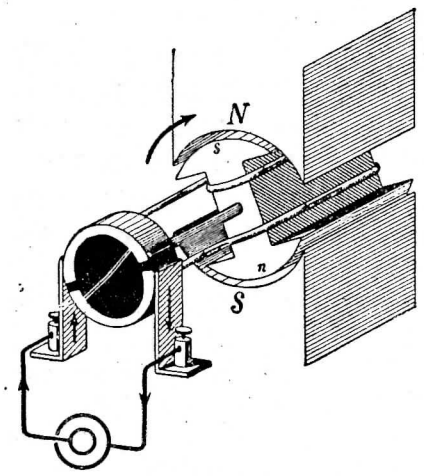
Čovjek bezuvjetno ostaje mrtav na mjestu, ako se takne takovih vodova velike napetosti. Žice koje vode u daljinu takove struje visoke napetosti smještene su na stupove, a pričvršćene su na izolatore od porculana. Za vrlo velike napetosti upotrebljavaju se željezni visoki stupovi (slika 96.). Struje manjih napetosti vode se i na drvenim stupovima.

Shematski prikazan nam je takav prenos električne energije na slici 97.

18. ELEKTROMOTOR.

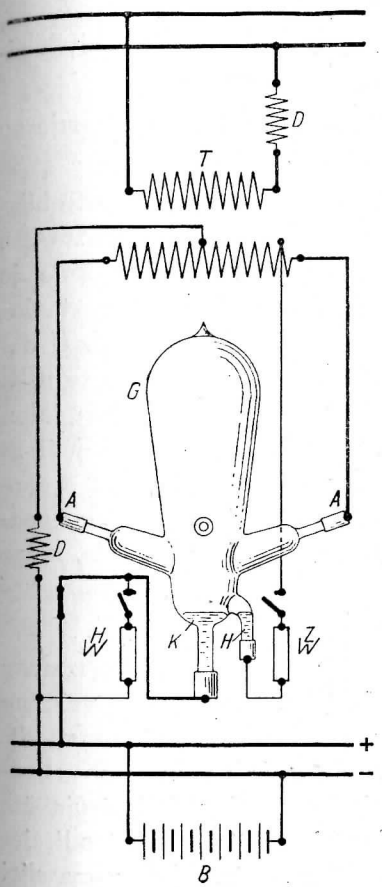
Na slici 87. prikazali smo jednostavni stroj, pomoću kojega možemo proizvesti inducirane struje i pretvoriti ih u istosmjernu struju. Upotrebit ćemo sada taj

isti aparat, ali na nešto drugačiji način (slika 98.). Stezaljke aparata spojit ćemo s galvanskom baterijom, koja je prikazana na slici s dvije koncentrične kružnice. Unutrašnja prikazuje nam pozitivni, a izvanjska negativni pol baterije. Kroz uzvoje na kotvi teći će struja, pa će željezna jezgra postati magnetična. Ako upotrebimo pravilo desne ruke možemo odrediti polove. Na gornjem kraju nastat će u kotvi južni pol s, a na donjem kraju sjeverni n. Kako se raznoimeni magnetički polovi privlače, a kotva je gibiva, početi će se ona kretati. Kad se kefice taknu izolatora između poluvaljaka, struja će se prekinuti, ali će se kotva zbog ustrajnosti dalje gibati. Kefice doći će u doticaj s protivnim dijelovima poluvaljaka nego što su bile prije, a to znači, da će kroz uzvojnicu na kotvi teći struja protivnoga smjera. Magnetički polovi bit će sada okrenuti, tj. na gornjem kraju bit će sjeverni, a na donjem južni. Istoimeni se polovi odbijaju, pa će kotva rotirati dalje istim smjerom. Kad se okrene za 90° početi će se polovi privlačiti, a kad se okrene za još 90°, opet će se smjer struje promijeniti, pa će nastati najprije odbijanje itd. Uvijek će se isto ponavljati, tj. kotva će neprestano rotirati, dok kroz nju teče struja.



Slika 98.

Kako smo opisali kod dinamostroja, isto tako se i ovdje ne upotrebljava tako jednostavna kotva, nego ona na bubanj, pa je djelovanje stroja mnogo bolje. Osim toga se kod motora upotrebljava elektromagnet, pa struja ne teče samo kroz kotvu, nego i kroz uzvoje magneta i time stvara jače magnetičko polje. Na osovinu se namjesti remenica, pa se s pomoću remenja može prenijeti radnja na različite strojeve: kino - projektor, tokaricu, šivaći stroj, tiskarski stroj itd.



Slika 99.

Kod kinematografskog projektora često je motor ugrađen u sam aparat, pa se radnja prenosi sa zupčanicima.

Takav stroj, koji nam električnu energiju pretvara u mehaničku radnju zovemo elektromotor.

19. DOBIVANJE ISTOSMJERNE STRUJE.

Električne centrale proizvode trofaznu izmjeničnu struju, a ta nije zgodna za pogon lučne svjetiljke u kino-

projektoru. Takovu izmjeničnu struju iz gradske mreže treba zbog toga pretvoriti u istosmjernu struju. Ima dva načina kako se to može učiniti:

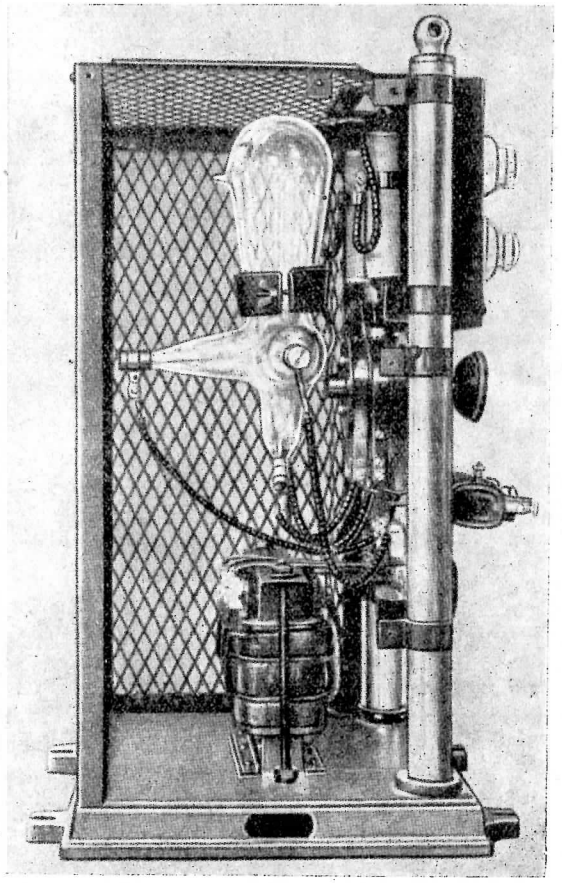
1. Ispravljači struje, koji nemaju gibivih dijelova.

2. Pretvarači struje, koji stvaraju istosmjernu struju pomoću motora i generatora.

Od ispravljača struje najčešće se upotrebljavaju oni sa živinim parama (patent Cooper-Hewitt). Takav ispravljač ima staklenu posudu G, iz koje je isisan uzduh (slika 99.). Na donjem dijelu ima nastavke, u koje su utaljene elektrode od željeza ili grafita. U donjem dijelu nalazi se živa kod K. U blizini nalazi se uska i kratka cijev H, t. zv. pomoćna anoda, u kojoj ima također nešto žive. T je transformator, koji se priključi na gradsku mrežu. Krajevi transformatora spojeni su s anodama A, a sredina transformatora spojena je preko aparata, koji troši struju, na pr. akumulatorska baterija, lučna svjetiljka, s katodom K. U ovom krugu struje nalazi se i uzvojnica D s velikom samoindukcijom.

Ako staklenu posudu zanjišemo nastat će između katode i pomoćne anode mala iskrica, pa će u vakumu nastati živin luk između živine katode i grafitne anode. Živine pare imaju to svojstvo, da vode struju samo u jednom smjeru, pa će kroz evakuiranu cijev teći struja čas prema jednoj, čas prema drugoj grafitnoj elektrodi, jer kroz transformator teče izmjenična struja. Ako prema slici pratimo tok struje, vidjet ćemo, da struja u krugu akumulatorske baterije teče uvijek istim smjerom, tj. mi smo izmjeničnu struju pretvorili u struju istoga smjera. Slika 100. prikazuje nam takav ispravljač sa živinim parama za trofaznu izmjeničnu struju.

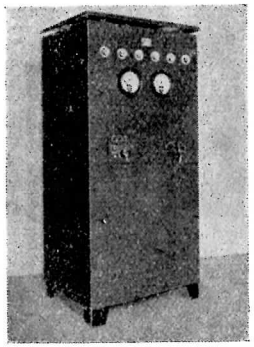
Ovakovi aparati grade se za uzimanje struje do jakosti 30 ili 40 ampera sa staklenom posudom, koja je jedini



Slika 100.

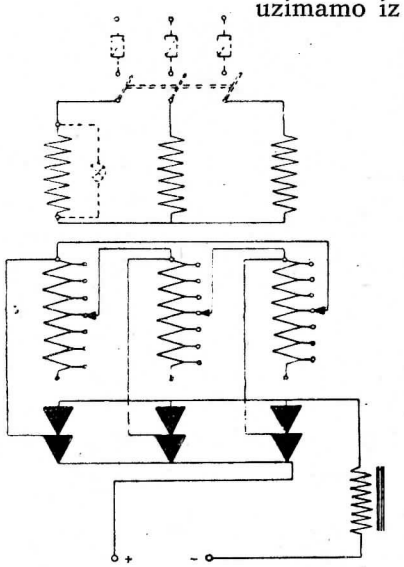
dio aparata, koji treba s vremenom izmijeniti. Poprečno može se uzeti, da jedna posuda može raditi oko 4000 sati.

Živini ispravljači struje mnogo se upotrebljavaju, a korisni efekt ne zavisi o jakosti struje, koju vadimo iz aparata.



Slika 101.

Ovi rotirajući pretvarači i živini ispravljači struje ne rade dosta ekonomično. Sami aparati troše po prilici 25% one energije, koju uzimaju iz mreže. Ako želimo, da lučna svjetiljka gori mirno i stabilno, mora se u krug struje uvrstiti reostat, u kojem se također uništuje jedan dio energije. Kod različitih vrsti ugljena taj je potrošak između 33 do 47%. Prema tome lučna svjetiljka iskorišćuje samo 42 do 28% one energije, koju uzimamo iz mreže i koju prema tome moramo električnoj centrali platiti.



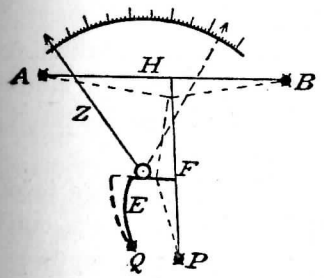
Slika 102.

U najnovije vrijeme grade za pogon lučne svjetiljke t. zv. suhe ispravljače (slika 101.), koji rade mnogo ekonomičnije. Oni sami troše oko 30% energije, a jer nije potreban u seriju uvršten otpor troši lučna svjetiljka 70%. Praktički to znači, da kod istih troškova za struju imamo mnogo jaču rasvjetu na zastoru za projekciju. Kod tih ispravljača iskorišteno je svojstvo nekih slojeva, da propuštaju struju samo jednim smjerom, na pr. na površini bakra stvoreni bakreni oksidul. Slika 102 prikazuje nam shemu takovoga ispravljača.

Suhi ispravljači grade se za priključak na trofaznu izmjeničnu struju od 380 volta, pa je zbog toga ispravljena istosmjerna struja vrlo jednolična, a lučna svjetiljka gori vrlo mirno.

20. MJERENJE STRUJE.

Jakost struje možemo mjeriti bilo kojim učinkom, koji smo do sada opisali. Aparat, u kojem se upotrebljava toplinski učinak struje prikazan je shematski na slici 103. Glavni je njegov dio tanka kovna žica A B kroz koju teče struja. Ta se žica to jače ugrije i zbog toga rastegne, što je jača struja. Od sredine H te žice napeta je prema čvrstoj točki P nit kojega izolatora. Na toj je niti u točki F učvršćena druga nit, koja je omotana oko kotačića, a drugi je kraj spojen s elastičnim perom E, koje nit uvijek napinje. S kotačićem je u vezi kazalo Z, koje se giblje ispred skale, ako se žica A B zbog ugrijavanja strujom rasteže. Što je struja jača, žica se jače grije, a time i rasteže. Ako je na skali označena jakost struje u amperima, zovemo taj aparat ampermetar.



Slika 103.

Broj aparata za mjerenje struje, koji se osnivaju na elektromagnetičkom djelovanju struje, vrlo je velik, a opisali smo već princip tih aparata na strani 94. (slika 66.).

Svi ti instrumenti dadu se sagraditi također i tako da nam pokazuju napetost struje u voltima. Kako je po Ohmovom zakonu jakost struje razmjerna s napetosti, to se mogu takovi instrumenti sagraditi tako, da imaju vrlo veliki otpor, pa kroz njih teče vrlo slaba struja i ako ih spojimo s izvorom struje velike napetosti. Mjesto da su na skali označene vrijednosti te vrlo slabe struje u miliamperima, možemo označiti onu napetost u voltima, koja proizvodi te struje. Kako je otpor instrumenta stalan, to je uvijek jakost struje razmjerna s napetosti. Iz toga slijedi, da će ampermetar imati uvijek što manji otpor, a voltmetar što veći, pa ga zato možemo priključiti izravno na mrežu.

21. OPASNOST OD ELEKTRIČNE STRUJE.

Električna struja pomaže nam danas na vrlo različitim područjima: u kućanstvu, u obrtu, u poljoprivredi, u industriji itd. Isto toliko koliko nam je korisna, može biti i opasna, ako nismo dovoljno oprezni.

Budući da se svaki vodič ugrijava kad kroz njega teče struja, treba paziti, da vodovi budu dovoljno debeli za onu struju, koju u pojedinim slučajevima trebamo. Preopteretimo li vod, može se toliko ugrijati, da se užari i da na taj način dođe do požara. Često je uzrok požaru u tome, što se pregorjeli osigurači ne zamijene novima, nego se prekinuta struja na tom mjestu s bilo čim spoji. Na taj način pogrješka u vodu ili u kojem aparatu, koji je na mrežu priključen može dovesti do toga, da se vodovi užare, pa zbog toga nastane požar. Ako su osigurači propisno izvedeni ne može doći do toga, jer će prije izgoriti osigurač, nego se vodovi toliko ugriju, da postanu opasni.

Ako ostavimo dulje vremena ukopčane, a neupotrebljene električne aparate kao na pr. električna kuhala,

grijala, gladila itd. mogu se toliko ugrijati, da se upali podloga i od toga može nastati požar. Već se je češće dogodilo, da u radionama na večer ostanu ukopčana gladila, pa se je u noći pojavio požar, jer se je podloga od takovoga previše ugrijanog gladila upalila. I električni jastuk, koji se upotrebljava za grijanje tijela kod različitih bolesti ili lonac za kuhanje takodjer može biti razlog ovakovim štetama.

Često vidimo, da ptice sjede na vodovima visoke napetosti ili obične gradske mreže, da ljudi popravljaju u gradu vodove električnoga tramvaja i da hvataju žicu golom rukom. U takovim se slučajevima ne može dogoditi nesreća, jer su ljudi i ptice izolirani od zemlje, pa kroz njih ne može teći električna struja, jer se tiču samo jednoga pola, pa krug struje nije zatvoren.

Električna struja može nanijeti velike štete, ako prolazi kroz naše tijelo. Na mjestima, gdje struja ulazi ili izlazi iz našega tijela nastaju teške opekline, a u mnogo slučajeva nastanu i živčana poremećenja. Zbog tih poremećenja može doći do uzetosti, dapače može nastupiti i smrt. Električni vodovi su na onim mjestima, gdje bi ih se mogli iz neopreznosti dotaknuti, dobro izolirani, na pr. rasklopci, spojne kutije, spojnice na gladilima i kuhalima, utikači itd. Zbog toga treba uvijek paziti na to, da takova mjesta budu u redu i da nije slučajno izolacija negdje oštećena. Osobito su opasna ona mjesta, gdje ulazi žica u svjetiljke, koje stoje na stolu, jer se na pregibu vrlo lako ozlijedi izolacija žice, pa cijela kovna svjetiljka dođe u vodljivi spoj s mrežom i može biti izvor velikih nezgoda za onoga, koji se dotakne takove svjetiljke. Diranje golih žica, koje vode struju to je opasnije, što je veća napetost struje. Zbog toga redovno umre onaj čovjek, koji se dotakne voda visoke napetosti, a vrlo je opasno po život doticati one

žice, koje su puknule i vise do zemlje. Budući da je vlažno drvo također poluvodič, to je opasno takove žice uklanjati s ceste s drvenim batinama ili stupovima. Opasna je i telefonska žica, koja visi, jer ne možemo točno znati, da li i ona nije negdje u doticaju s vodom visoke napetosti. Ako nađemo čovjeka, koji je stradao na taj način, da se je taknuo voda visoke napetosti, ne smijemo mu priteći u pomoć na taj način, da ga uhvatimo golim rukama, jer će u tom slučaju teći struja i kroz naše tjelo, pa ćemo i mi stradati. Stručni radnici, kad vrše takove poslove oko vodova visoke napetosti oblače gumene rukavice.

Opasnost ozlijede sa strujom je veća, ako je čovjek u dobroj vodljivoj vezi sa zemljom, na pr. ako ima vlažne ruke, ako s bosim nogama ili u običnim cipelama stoji na vlažnome tlu, ako leži u kupaonici u punoj kadi vode, ako se dotiče vodovodne ili plinske cijevi itd. U takovim slučajevima umrli su ljudi, ako su dotaknuli mrežu obične rasvjetne struje od 220 volta. Ako se nešto dogodi na rasvjetnoj mreži najbolje je izvaditi osigurače prije nego diramo golim rukama vodove i počnemo tražiti i popravljati pogrješku.

Čovjek, koji je stradao zbog toga, jer se je taknuo električnoga voda nije obično odmah mrtav. Mnoge je takove ljude uspjelo umjetnim disanjem, koje često treba vršiti kroz nekoliko sati, privesti k svijesti i spasiti. U takovom nesretnom slučaju treba zbog toga produžiti s umjetnim disanjem dotle, dok nije liječnik konstatirao, da je kod dotičnoga nastupila smrt.

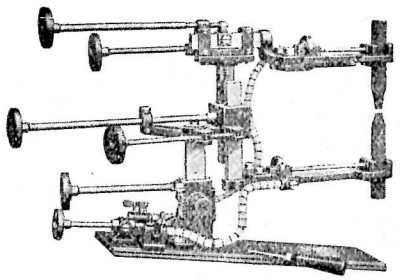
VI. KINEMATOGRAFSKA PROJEKCIJA

1. KRATKI PRIKAZ RAZVITKA KINOPROJEKTORA

Anschütz upotrebljavao je kod fotografiranja serijskih slika samo ploče, jer je nastojao kao fotograf, da dobije što oštrije slike, premda je već godine 1889 tvornica Eastman Kodak stavila u promet prve filmove. Zasluga, što je uveo prve kinematografske filmove pripada američkom izumitelju Th. A. Edisonu, koji je već godine 1892 u javnosti prikazao svoj Kinetoskop, aparat u kojem su se vidjele žive slike. Dimenzija filma, veličina filmske slike i perforacija ostala je od onda sve do danas potpuno nepromijenjena. Većoj množini publike prikazali su prvi filmsku projekciju braća Lumière 22 ožujka 1895. U Njemačkoj počeo je proizvoditi kinematografske aparate O. Messter godine 1896, a upotrebljavao je po Edisonu snimljene filmove. Tek kasnije konstruirao je kameru za snimanje i s njome stavio u promet vlastite filmove. Iste godine počeo je R. Paul u Engleskoj proizvoditi projekcione aparate, a tvornicu Gaumont i Pathé osnovali su u Francuskoj, koja je proizvodila i stavila u promet filmove, kamere za snimanje i projekcione aparate za kinokazališta. Ti su aparati upotrebljavali lučnu svjetiljku (slika 104) kao izvor svjetlosti.

U prvo vrijeme razvitka kinematografije dobavljale su francuske tvornice najveći dio projektora. Ti su projektori bili građeni tako, da nisu podnijeli veliko opterećenje u kazalištima. Jedan od prvih aparata, koji je bio građen iz čelika i bronce bio je projektor Imperator tvornice Ernemann godine 1909. Kod toga aparata već je mnogo veća sigurnost u pogonu, slika je mirna, i

aparat radi gotovo bez buke. Ovaj tip projektora bio je vrlo proširen još i nakon svjetskog rata, kada su počeli dolaziti u Evropu i američki aparati.



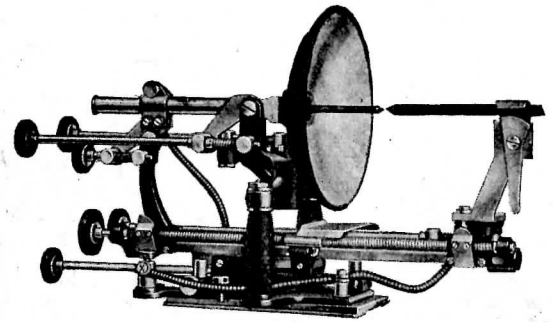
Slika 104.

Vrijedno je još spomenuti projektor Magnificenz iz godine 1922, koji je kod nas također bio vrlo jako proširen. Godine 1925 počela je projekcija zvučnoga filma. Bio je to Triergon film, koji su konstruirali Vogt, Engl i Masolle. Kod prvoga sistema bio je ton upisan na rubu filma izvan perforacije. Na donjoj strani stola projektora bila je montirana optika za zvuk i fotostanica. Za pogon filma bio je dodan još jedan transportni valjak s velikom zamašnom masom.

Godine 1919 konstruiran je u tvornici Hahn-Goerz projektor, kod kojega je bio cijeli pogonski mehanizam zatvoren u kutiji od lijevanog željeza, koja je bila puna ulja. Sve ostale osovine mazane su kroz cijevi i ulje je neprekidno cirkuliralo kroz sve ležaje. Taj je projektor bio vrlo stabilan i radio je s malo buke.

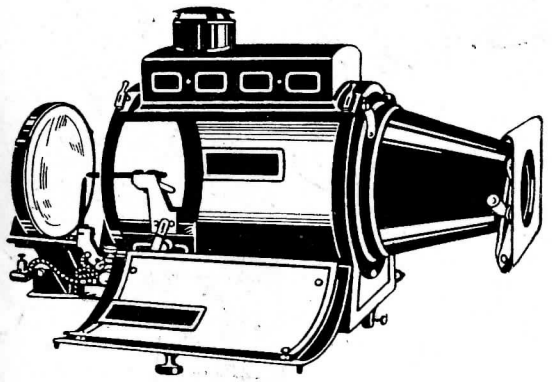
Kao napredak mora se spomenuti uvođenje svjetiljka sa zrcalom (slika 105.). Tako je jedna od prvih svjetiljka sa zrcalom bila Artisol svjetiljka. Upotrebljena su sama zrcala ili u kombinaciji s kondenzorom. Na taj način je povećan korisni efekt lučne svjetiljke, jer je sabran mnogo veći snop zraka svjetlosti i upotrebljen za projekciju. Konstrukcije s kondenzorom imaju i tu prednost, da debela leća kondenzora apsorbira veliki dio toplinskih zraka i time smanjuje opasnost, da se film upali. Godine 1921 vrlo

se mnogo počela upotrebljavati u kinokazalištima Artisol svjetiljka (slika 106.) sa zrcalom promjera 200 mili-



Slika 105.

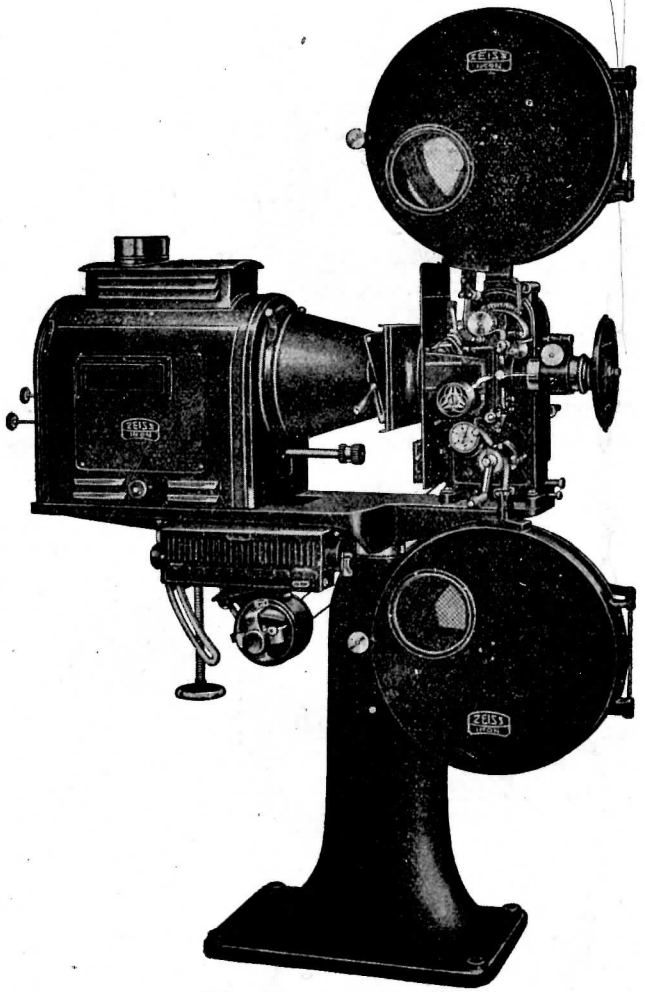
metara. Zajedno s usavršavanjem lučne svjetiljke sa zrcalom, uveden je oblik kutije za svjetiljku u obliku valjka.



Slika 106.

U razvoju kinematografije vrijedno je spomenuti i projektor Ernemann II (slika 107.), koji se je kod nas mnogo upotrebljavao. Karakteristika toga projektora je ta, da je cijeli mehanizam spremljen u kutiji, pa se svi dijelovi neprestano mažu raspršavanjem ulja. Kod toga aparata

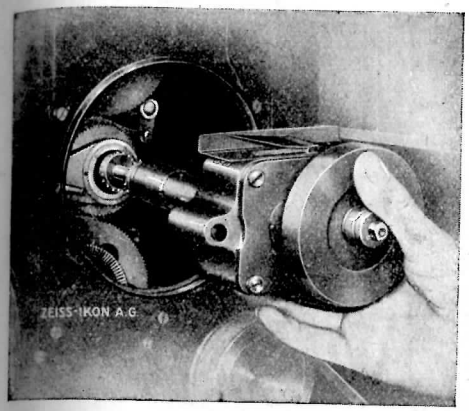
može se cijeli mehanizam malteškog križa izvaditi i izmijeniti u slučaju kakovog defekta (slika 108.). Slika se



Slika 107. Ernemann II.

namješta u vratašcima na taj način, da se nešto zakrene malteški križ.

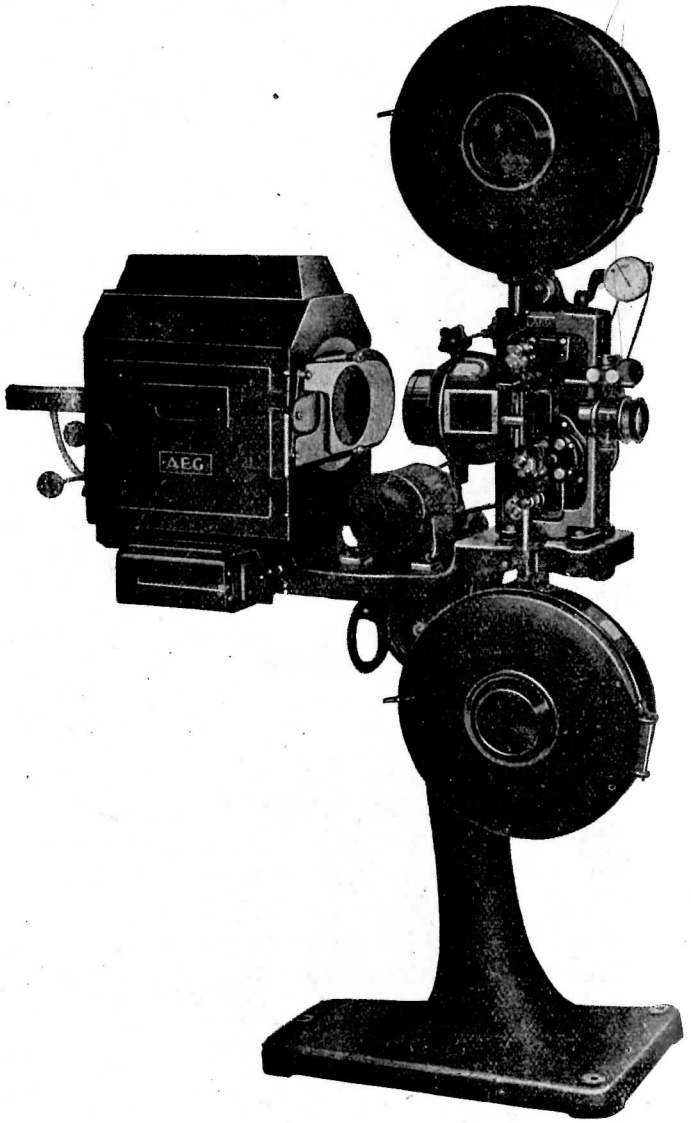
Uvođenjem Goerz-Beck ugljena kod lučnih svjetiljka sa zrcalom, bilo je potrebno, ako želimo iskoristiti veliki intenzitet svjetlosti, da se upotrebe objektivi velikog relativnog otvora. Počinju se graditi objektivi s f : 2, koji imaju promjer sve do 100 milimetara. Kod tako velikih objektiva mora i rotirajući zaslon biti vrlo velik, pa postaje nespretan u pogonu. Zbog toga grade taj zaslon kod filmskih vratašca.



Slika 108.

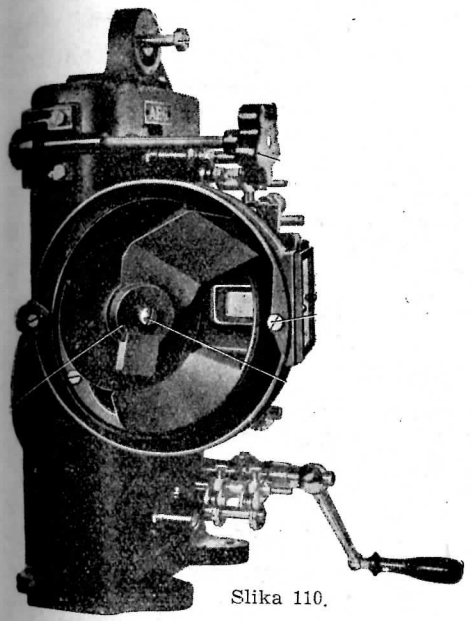
Kao neugodna posljedica jače rasvjete javlja se kod projektora i jače ugrijavanje cijeloga mehanizma projektora. Zbog toga grade projektore tako, da su cijela vratašca izrađena šuplja, pa se kroz te šupljine može pustiti da cirkulira hladna voda. Time se sprečava prejako ugrijavanje filma, pa se on teže upali, ne svija se, jer bi bila u tom slučaju projekcija loša i zvuk iskrivljen, budući da se film ugrijavanjem počne svijati. Osim toga uvodi se hlađenje filma u vratašcima sa strujom zraka. Triumphator tvornice AEG (slika 109.) ima rotirajući zaslon smješten između izvora svjetlosti i filma, pa je time za ono vrijeme, dok se film pomiče zaštićen od ugrijavanja, jer zaslon pokriva film (slika 110.).

U prvo vrijeme, kad se je pojavio zvučni film, trebalo je projektore udesiti tako, da su se mogli s njima projicirati osim nijemih filmova također i zvučni filmovi. U tu svrhu su sve tvornice gradile aparature, koje su se mogle



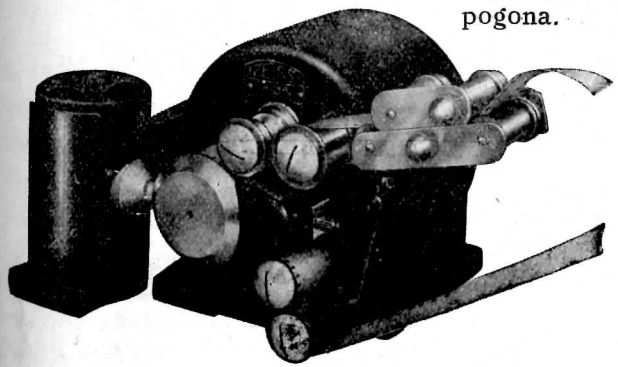
Slika 109. AEG - Triumphator

smjestiti negdje na projektoru. S brzim razvitkom zvučnoga filma konstruirani su danas moderni strojevi, koji su udešeni za projekciju zvučnoga filma, koji je prodro već i u najmanja provincijska kinokazališta.



Slika 110.

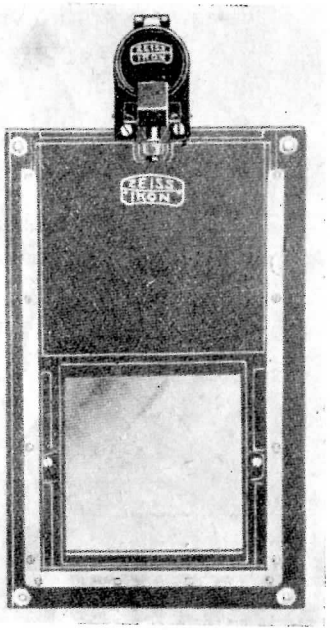
Slika 111. prikazuje nam takav adapter za zvučni film, koji se može namjestiti gotovo na sve modele projekcionih aparata. Filmska vrpca za vrlo kratko vrijeme postigne potrebnu brzinu kod projekcije, a giblje se vrlo jednoliko zbog velike zamašne mase i kugličnih ležaja. Pukotina na tonskoj optici može se mijenjati i za vrijeme pogona.



Slika 111.

2. KABINA ZA PROJEKCIONI APARAT

Redarstveni propisi propisuju, da projektor mora biti smješten u posebnoj prostoriji (kabini), koja je od gledališta odijeljena vatrosigurnom građom, a ima s njome vezu samo kroz otvore, koji su potrebni za projekciju i kontrolu slike. Ti su otvori pokriti staklenim pločama, a mogu se zatvoriti i željeznim kapcima. Staklo na otvorima mora biti bez pogrješke i planparalelno brušeno, jer inače je slika iskrivljena. To mora biti staklo kakovo se upotrebljava za dobra zrcala. Zbog refleksije na tim staklima oslabi nešto jakost rasvjete slike na zastoru (4%), ali se u gledalištu manje čuje štropot aparata za projekciju, a u slučaju vatre ne može iz kabine izaći dim u gledalište. Često su željezni kapci u vezi s projektorom, pa se automatski zatvore u onom momentu, kad se film upali. Na slici 112 vidimo takav uređaj, koji radi s električnom strujom.

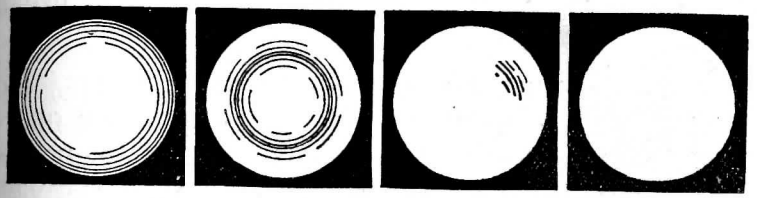


Slika 112.

Otvori kroz koje projiciramo imaju redovno željezne kapke. Na gornjem kraju okvira namješten je elektromagnet, kroz koji teče struja ispravljača, pa on drži kvačicu na kapku. Elektromagnet spojen je u seriju s posebnim rasklopcem, koji je namješten na projekcionom aparatu kod ulaza filma u gornji sigurnosni bubanj. Dotle dok je filmska vrpca neoštećena magnet drži kapak. Čim se iz bilo kojega razloga filmska vrpca prekine, pa nastane pogibao, da se film upali, rasklopac prekine struju i željezni kapci padnu, zatvore otvore za projekciju, pa u slučaju vatre publika ne može opaziti, da je nastala vatra.

3. PROJEKCIONI APARAT

Da priredimo projektor za projekciju treba najprije valjano namjestiti izvor svjetlosti. Zastor za projekciju mora biti potpuno jednoliko rasvijetljen i ne smiju na njemu biti bojadisani kolobari. Slika 113. nam pokazuje



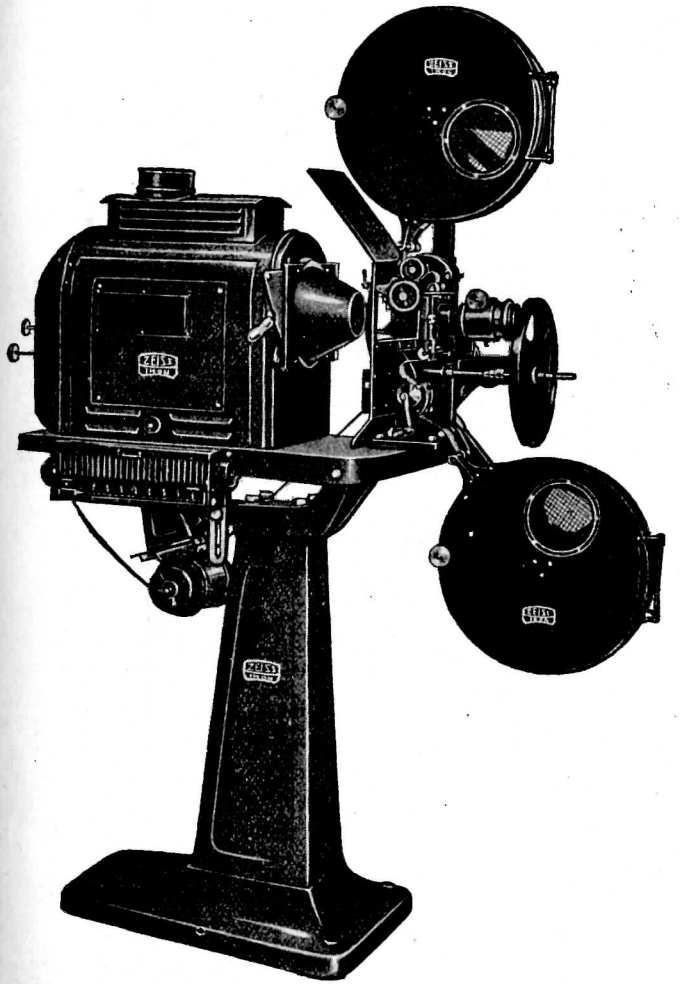
Slika 113.

kako možemo prema obliku mrlja na zastoru ispraviti položaj izvora svjetlosti, dok u projektoru nije namješten film. Na zastoru vidjet ćemo prvu sliku, ako je izvor svjetlosti preblizu kondenzoru, a druga slika nastaje, ako je izvor predaleko od kondenzora. Treća slika pokazuje, da izvor svjetlosti stoji na strani. Ako je izvor svjetlosti namješten valjano bit će zastor jednoliko rasvijetljen, kako pokazuje četvrta slika.

Film, koji treba projicirati namotat ćemo na kolut i staviti ga na os gornjeg bubnja tako, da se film odmata u smjeru kako se giblju kazala na uri, ako gledamo kolut s desne strane aparata s obzirom na smjer projekcije. Film treba izvući toliko iz zaštitnog bubnja, da dosegne do

donjega bubnja, pa ga namjestiti prema propisima aparata koji upotrebljavamo u trasportne valjke i u vratašca. Ako je upaljena lučna svjetiljka treba se uvijek uvjeriti, da je zatvoren zaklopac za svjetlost na kutiji lučne svjetiljke. Ako je aparat u redu bit će svakako zatvoren automatski zaklopac protiv vatre. Dobro je, ako je u blizini vratašca projektora namještena električna žarulja, jer će nam to olakšati pravilno smještanje filma u projektor. Film treba staviti u projektor tako, da sličica u prozorčiću stoji na glavi, a fotografska je emulzija okrenuta prema izvoru svjetlosti. Kod amaterskih filmova maloga formata, treba emulziju filma okrenuti prema objektivu, jer su ti filmovi dobiveni preokretanjem negativne slike u pozitiv, a kod normalnog filma, kakav se upotrebljava u kinokazalištima dobiva se pozitiv kopiranjem negativa.

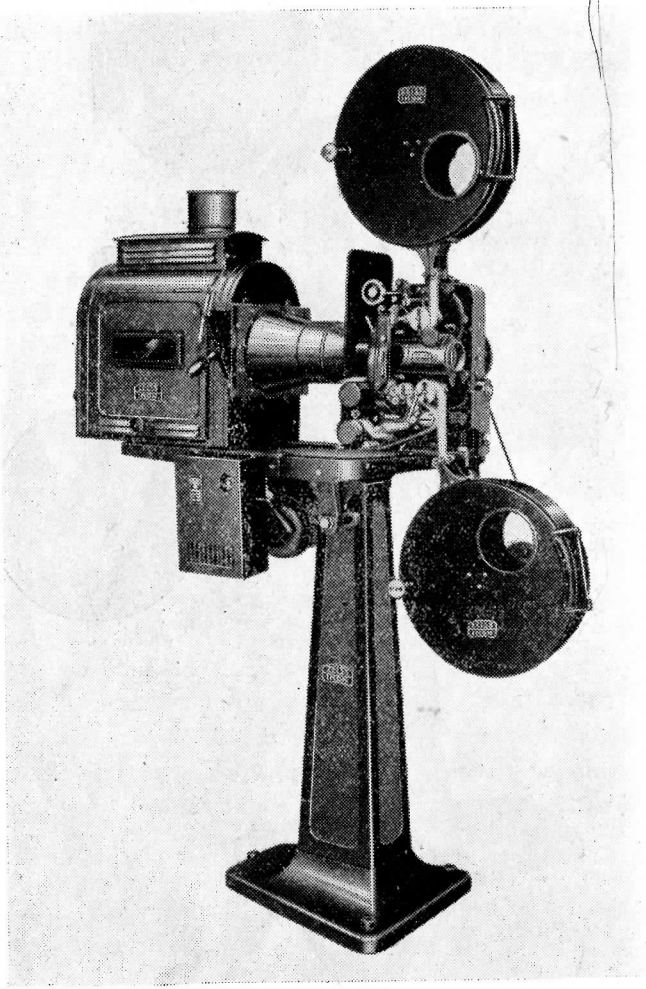
Kod različitih sistema aparata (slike 114., 115., 116. i 117)., nešto je različit i način kako treba uvesti film u projektor, pa je zato potrebno, da se operater uputi u taj posao, ako jedamput promijeni aparat i da bude vješt uvođenju filma. Taj posao treba da obavlja brzo i vješto. Sva ona mjesta kuda prolazi kroz projektor film, moraju biti vrlo čista. Ako projiciramo novi film treba svakiput prije nego stavimo u aparat novi kolut sva mjesta dobro očistiti. Sprava za namještanje slike mora biti namještena po prilici u sredini, da u slučaju potrebe možemo sliku i dignuti i spustiti. Kad smo stavili projektor s umetnutim filmom u pogon, treba još regulirati njegovu brzinu okretanja. Ako je frekvencija slika premala, svjetlost na zastoru treperi, a ako aparat radi s prevelikom brzinom gibanje je na slici nenaravno i često djeluje komično. To su primjedbe, koje se tiču slike. Kod zvučnog filma moramo se međutim držati propisa, da projiciramo s tolikom brzinom, da u



Slika 114. Ernemann I.

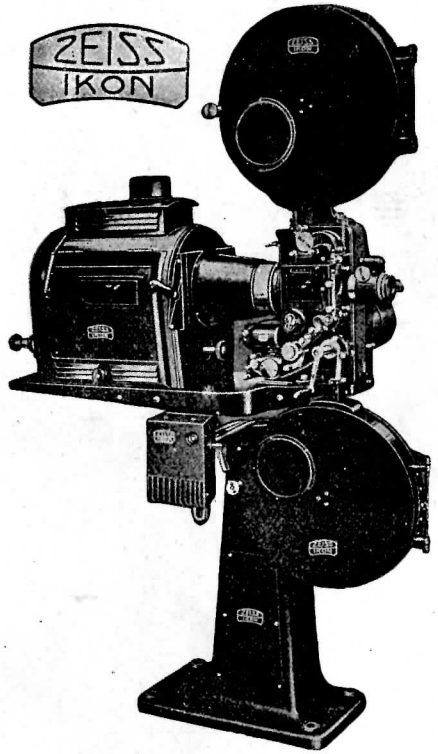
sekundi projiciramo upravo 24 slike, jer je samo u tom slučaju zvučna reprodukcija vjerna.

Za vrijeme projekcije treba posvetiti najveću pažnju



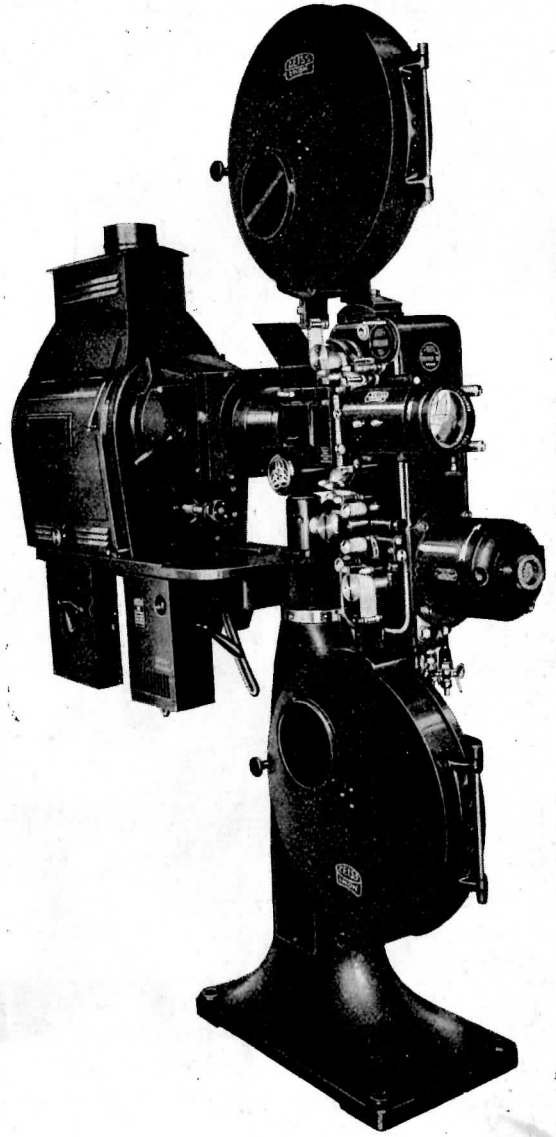
Slika 115. Ernon II.

radu projektora, pa se zato savjesni operater nikada ne udaljuje od aparata za vrijeme projekcije. Osobito to vrijedi, ako projiciramo nešto istrošeni film s iskidanom perforacijom. Izvježbani operater ne će nikada zaboraviti



Slika 116. Ernon IV.

na lučnu svjetiljku, nego će je ne misleći uvijek regulirati tako, da će ugljeni biti uvijek u normalnoj daljini. Moderni uređaji imaju često automatsku regulaciju ugljena u lučnoj svjetiljci.



Slika 117. Ernemann VII. B.

Najvažniji dijelovi projektora su slijedeći:

a) Mehanizam, koji pomiče film: malteški križ, mehanizam s hvataljkom, mehanizam s udaralom i mehanizam sa stezaljkama. Osim toga treba posebno spomenuti projektor s optičkim izjednačenjem. (Mechau projektor).

b) Vratašca

c) Zaslon

d) Naprava za namještanje slike

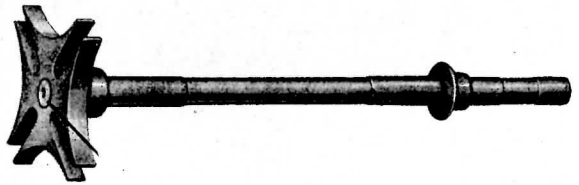
e) Vatrosigurni zaslon

f) Kutija za lučnu svjetlost

a) Mehanizam za pomicanje filma

Malteški križ

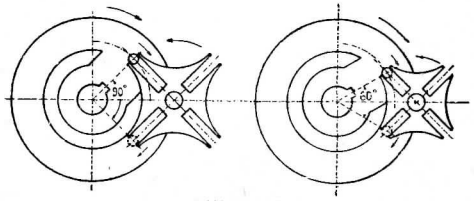
Za pomicanje filma u projektoru upotrebljava se kod svih aparata u kinokazalištima malteški križ. Prikazan je na slici 118. To je zupčanik s četiri zuba, koji su prema sredini izrezani. U vezi s tim zupčanikom je okrugla



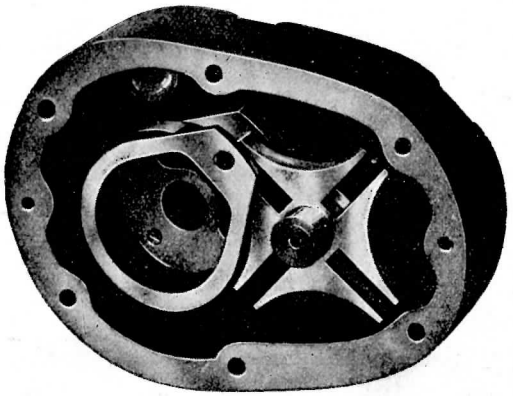
Slika 118.

ploča, čija je zakrivljenost jednaka kao i kod malteškog križa između dva zupca (slika 119.). Na toj je ploči namješten štapić, oko kojega je ploča izdubena toliko, da kod vrtnje može kroz udubinu proći zub malteškog križa. Dođe li taj štapić u izrez malteškog križa, kad se ploča vrti

okrenut će se on za četvrtinu okreta. Štapić izađe iz zareza na malteškom križu tek onda, kad se on zakrene za 90°. Kad je štapić izašao iz zareza na malteškom križu, ne može se on dalje okretati, jer zakrivljenost ruba ploče i malteškog križa pristaju točno jedan uz drugi. Kod svakoga okretaja ploče, pomakne se dakle malteški križ za četvrtinu okretaja. Ostalo vrijeme malteški je križ na miru. Takav uređaj vidimo na slici 120.



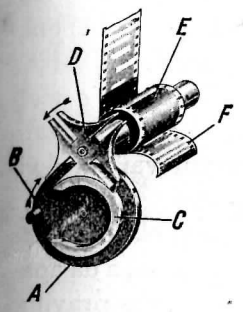
Slika 119.



Slika 120.

Na osovini malteškog križa učvršten je transportni valjak, a njegovi zupci pristaju točno u rupe perforacije filma (Slika 121.). To gibanje malteškog križa, koje se zbiva na mahove prenosi se na valjak, a time i na film, koji je na valjak pritisnut kolutom. Transportni valjak malteškog križa tako je velik, da se film pomakne upravo za jednu sličicu, kad se valjak okrene za jednu četvrtinu cijeloga

okreta. Kroz ono vrijeme, dok je malteški križ na miru, miruje i film, pa se jedna njegova sličica projicira na zastor. Kroz ono vrijeme dok se slika miče, jer se giblje i malteški križ, rotirajući zaslon zastre svjetlost, kako ćemo to malo kasnije pokazati. Kod modernih aparata, građen je malteški križ tako, da se može vrlo lako izmijeniti, a da se ostali dio mehanizma ne dira (slika 108.). To je vrlo zgodno zbog toga, jer se taj dio aparata najviše troši, a slika u slučaju da je malteški križ istrošen vrlo jako titra.

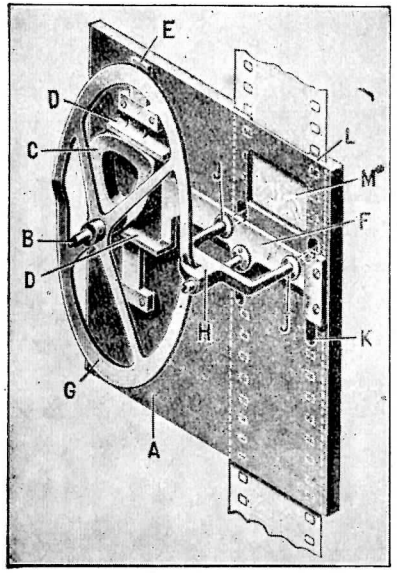


Slika 121.

Mehanizam s hvataljkom

Kod toga sistema (slika 122.) pomiče se film u projekcionom apartu pomoću poluge, koja ima dva zuba. Ti se zubi mogu givati na dva načina. Jedno je gibanje od gore prema dolje, a drugo naprijed i natrag, tj. okomito na gibanje samoga filma. Kad je hvataljka povukla film za širinu jedne sličice prema dolje, treba da se makne natrag, pa da se tako udaljena od filma vrati opet natrag prema gore. Tu će opet zahvatiti u rupice perforacije filma i to za četiri rupice više, pomaknuvši se naprijed. Gibajući se prema dolje povući će opet film za jednu sličicu. Ovaj se mehanzam upotrebljava samo kod aparata za snimanje, koji rade uvijek sa sasvim novim filmom, pa prema tome nije perforacija oštećena. Osim toga se taj mehanizam za pomicanje filma upotrebljava kod amaterskih projekcionih aparata za mali i uski film. Kod velikih projekcionih aparata u kinokazalištima ne može se taj mehanizam upotrebiti, jer ako bi slučajno s lijeve i desne strane manjkala

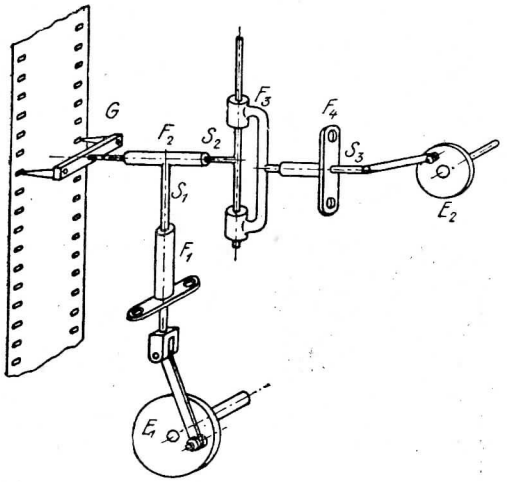
samo jedna rupica u istoj visini, hvataljka ne može pomicati film, pa će on stati u projektoru, a to može biti vrlo opasno, jer se može lako upaliti bez obzira na to, da bi time predstava bila prekinuta, dok bi operater namjestio film. Kod mehanizma s malteškim križem hvata transportni valjak u više parova rupica, pa može i nekoliko rupica biti poderano, a da aparat ipak može pravilno pomicati film.



Slika 122.

Slika 123. pokazuje nam shematski takav mehanizam s hvataljkom. Ekscentar E_1 pomiče štap S_1 u cijevi F_1 u pravcu gore i dolje. Zajedno sa S_1 pomiče se i cijev F_2. U toj cijevi može se pomicati hvataljka G, koja je učvršćena na štapu S_2. Ako se ekspentar E_1 okreće pomiče se dakle hvataljka G prema gore i dolje. Zbog naprave F_3 giblje se štap S_4 također pravocrtno. Kad bi taj dio F_3 bio na miru pomicala bi se hvataljka samo smjerom gore i dolje. Međutim ekscentar E_2 pomiče štap S_3, koji prolazi kroz cijev F_4 naprijed i natrag. To gibanje mora izvoditi također hvataljka G, koja je u čvrstoj vezi sa štapom S_2. Gibanje cijeloga toga mehanizma je dakle slijedeće: Hvataljka neka se nalazi u najvišoj točki. Cijev F_3 i zbog toga hvataljka G nalazi se sasvim naprijed, pa zubi hvataljke zahvaćaju

u rupice perforacije na filmu. Hvataljka se počne gibati prema dolje, pa vuče za sobom film. Kad je hvataljka došla u najniži položaj, povuče je F_3 i ekscentar E_2 prema natrag i zubi izađu iz perforacije. Hvataljka giblje se prema gore sama i film ostaje stajati. U najvišoj točki ekscentar po-



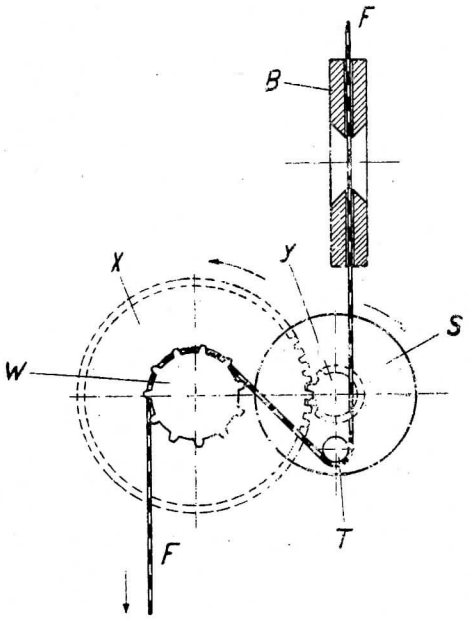
Slika 123.

makne hvataljku opet naprijed, pa se opetuje neprestano ono isto, što smo malo prije opisali. Da bude vrijeme pomicanja filma što kraće i da film stoji što dulje na miru ne upotrebljava se okrugli ekscentar, nego mu se daje oblik srca.

Mehanizam s udaralom

Kod mehanizma s udaralom pomiče se film pomoću štapa, koji je namješten ekscentrički na okrugloj ploči S (slika 124.). Film prolazi kroz vratašca s dosta velikim otporom i dolazi na valjak sa zupcima, koji

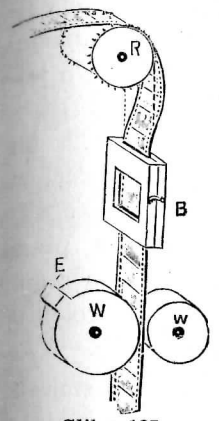
točno pristaju u rupice perforacije filma. Ekscentrični štap vrteći se udari po filmu i povuče ga upravo za jednu sličicu. Kad se štap odmakne može transportni valjak odvući film dalje. Kad se štap vrati opet s gornje strane film je gotovo napet, pa će štap udarcem izvući opet iz vratašca toliki komad filma, da ga on pomakne upravo za jednu sličicu, jer ga s valjka ne može povući zbog zubaca. Transportni valjak mora dakle uvijek odvući za vrijeme jednoga okreta ekscentričnoga štapa upravo jednu filmsku sličicu. Brzina, kojom se mijenjaju sličice zavisi o broju okretaja štapa. Taj štap mora učiniti toliko okretaja u sekundi koliko sličica želimo na sekundu projicirati. U vratašcima mora film prolaziti s dosta velikim trenjem, jer ga inače štap povuče predaleko, pa slika kod projekcije titra. Ovaj sistem za pomicanje filma ne upotrebljava se kod velikih projektora za kinokazališta, nego samo kod projektora za amaterski mali ili uski film.



Slika 124.

Mehanizam sa stezaljkom

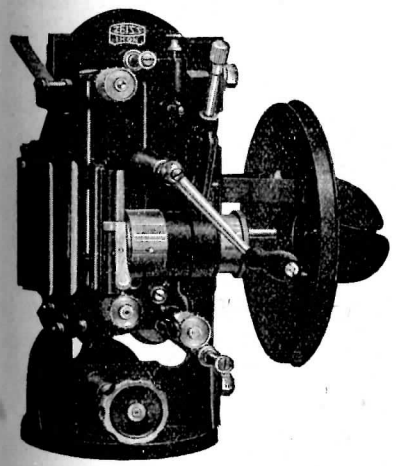
Kod mehanizma sa stezaljkom prolazi film također s otporom kroz vratašca. Nad njima namješten je transportni valjak sa zupcima, koji dovodi film kontinuirano (neprestano), a ispod vratašca su namještena dva valjka, koji imaju na jednom dijelu periferije izbočine (slika 125.). Te su tako istokarene, da upravo jedna može proći kraj druge. Ako između njih namjestimo film, povući će ga valjci sa sobom i to upravo za jednu sličicu. Dok se valjci jedanput okrenu film stoji mirno i može se projicirati. Taj se sistem danas više ne upotrebljava.



Slika 125.

b) Vratašca.

Kod svih sistema za pomicanje filma vidjeli smo, da su potrebna vratašca, (slika 126.) koja sigurno vode film kroz projekcioni aparat. Film se pomiče kroz aparat na mahove, pa se zbog brzine, koju dobije ne može sam zaustaviti u momentu, kad ga mehanizam prestane vući. Kad bi film slobodno stajao, on bi se još dalje gibao. Zbog toga treba namjestiti kočnice. Tu službu vrše pera u vratašcima. Kod mehanizma s hvataljkom najmanje je potrebno kočenje, jer hvataljka ostaje u perforaciji filma dotle, dok film ne stane.


Slika 126.

Vratašca su na jednom mjestu probušena, pa tako dobivamo prozorčić, kroz kojega projiciramo filmsku sličicu. Vratašca su tako izve-

dena, da se film ni na jednom mjestu ne skliže po kovini s fotografskom emulzijom, nego samo uz rub, gdje je i perforacija. Ako se nalazi prašina u vratašcima, koja nastaje i zbog toga, jer se otkidaju mali komadići emulzije s filma (naročito kod novoga), pa bi ona mogla vrlo lako oštetiti film. Kanal, kroz koji prolazi film zbog toga je udubljen, pa se film kliže samo po svome rubu. Da film prolazi sigurnije kroz vratašca smještena su uz rub čelična pera. Ta pera pritištu na kovne pruge, koje su tako duge kao i vratašca, a na krajevima su nešto svinuta prema gore, da ne oštete film. Pritisak tih pera možemo regulirati. Što je veća brzina, kojom film prolazi kroz projektor, treba pera jače nategnuti, jer inače slika titra.

Vratašca se dadu otvoriti, da možemo u njih smjestiti filmsku vrpcu. Kod različitih sistema projektora vratašca su različito konstruirana, ali ovi glavni dijelovi, koje smo sada opisali nalaze se svagdje. Kod nekih sistema otvaraju se vratašca prema objektivu, a kod drugih prema izvoru svjetlosti.

Kod modernih aparata vratašca su dosta duga, pa zato film mirno i sigurno kroz njih prolazi i slika kod projekcije ne titra. Vrlo je važno, da bude u vratašcima pritisak pera zgodno udešen. Ako je pritisak premalen film prolazi previše lako i neustavlja se uvijek na istom mjestu, pa slika kod projekcije titra. Ako pera previše stegnemo, film prolazi teško kroz vratašca, pa se može lako dogoditi, da pukne između vratašca i valjka malteškog križa, a to je — kako smo to već spomenuli — velika opasnost, da se film upali.

c) Zaslon.

Dok mehanizam pomiče film u projektoru treba udesiti tako, da bude zatsor za projekciju taman, tj. treba

zapriječiti svjetlosti prolaz. Taj posao vrši rotirajući zaslon (slika 127.), koji je namješten na osovini, koja se okrene četiri puta, dok se valjak malteškog križa okrene jedanput. Taj zaslon je izveden kao okrugla ploča iz lima, a često i od tvrdoga papira. Da zastremo svjetlost kroz ono vrijeme, dok se film miče bilo bi dovoljno, da zaslon ima samo na jednom mjestu neprozirni dio. Ako projiciramo zvučni film, potamnio bi u tom slučaju projekcioni zastor 24 puta na sekundu, a mi znamo, da bi u tom slučaju oko osjećalo vrlo neugodno treperenje svjetlosti. Poznato nam je iz onoga, što smo kazali, kad smo tumačili svojstvo našega oka, da zastor mora potamniti najmanje 50 puta na sekundu, ako želimo da naše oko ne opaža treperenje svjetlosti. To znači, da rotirajući zaslon mora imati dva sektora, koji ne propuštaju svjetlost. Onaj dio, koji zastire izvor svjetlosti u momentu dok se film pomiče nešto je širi nego onaj drugi, koji služi samo za povećanje broja potamnjenja projekcionog zastora. Ako film projiciramo s manjom frekvencijom, kao što je to bilo kod nijemog filma ili kako to još danas imamo kod amaterskih uskih i malih filmova mora zaslon imati tri neprozirne plohe (slika 127.). Ako se projicira 16 slika na sekundu imamo $3 \times 16 = 48$ potamnjenja zastora.

Slika 127.

Naučna su mjerenja pokazala, da je rasvjeta neke plohe, koja je rasvijetljena takovom intermitirajućom svjetlosti slabija, što je otvor rotirajućeg zastora manji. Ako je polovica zaslona neprozirna, jakost je rasvjete upravo polovica one, koju bi dao isti izvor svjetlosti, kad bi rasvjetljivao tu plohu bez zaslona. Na taj način gubimo dakle

mnogo svjetlosti, pa moramo upotrebiti jači izvor svjetlosti, nego za projekciju mirne slike (dijapozitiva).

Ako je onaj sektor na rotirajućem zaslonu, koji zastire svjetlost u onom momentu, kad se miče slika u vratašcima preuzak, slika ne će biti jasna i oštra, kažemo da je slika r a z v u č e n a. Osobito se to lijepo vidi, ako projiciramo kakav natpis.

Budući da je visina sličice na filmu manja nego što je njezina širina, potrebno je na kraće vrijeme potamniti zastor za vrijeme pomicanja filma u projektoru, ako zaslon zatvara put zrakama svjetlosti prolazeći od gore prema dolje, nego kad bi se gibao od lijeva na desno. Zbog toga je os, na kojoj rotira zaslon montirana na aparatu uvijek na lijevo ili desno od objektiva, a ne iznad ili ispod njega.

Zaslon rotira dosta brzo, pa mora zato biti dobro izjednačena njegova težina. Već je i zato zgodno da zaslon ima više nego jedan sektor. Da ne bi uslijed nejednolikog opterećenja počela os zaslona titrati, izrađuju kako smo prije spomenuli zaslone iz papira ili aluminijevog lima.

d) Uređaj za namještanje slike

Kad umećemo filmsku vrpcu u vratašca, rijetko ćemo pogoditi tako, da namjestimo pred prozorčić upravo jednu sličicu. Osim toga može se dogoditi za vrijeme projekcije, da sličica ne stane upravo pred prozorčićem, pa na zastoru vidimo u tom slučaju donji dio jedne slike i gornji dio slijedeće. To se na pr. može dogoditi, ako je slučajno film na jednom mjestu loše slijepljen ili ako je jako istrošena perforacija. Zbog toga je potrebno projektor tako konstruirati, da tu pogrješku možemo ispraviti za vrijeme projekcije i da ne treba zbog toga obustaviti pogon aparata i prekinuti projekciju.

Ima više načina, kako je to kod različitih sistema projekcionih aparata izvedeno. Najjednostavnije je, ako je izrez na vratašcima tolik, kolika je širina od dvije sličice. Prozorčić udešen je tako, da ga možemo pomicati prema gore i dolje. Ako ga pomičemo, on ne ostaje u optičkoj osi aparata, a osim toga mijenja svoj položaj prema objektivu. Može se dakle dogoditi, da slika ne pada na određeno mjesto na projekcionom zastoru. Zbog toga morao bi se zajedno s prozorčićem gibati i objektiv. Međutim i to nije dobro, jer se time objektiv makne iz snopa zraka svjetlosti, koje dolaze od izvora svjetlosti, pa treba također pomicati i izvor svjetlosti, ako želimo da bude izvor svjetlosti dobro centriran. Osim toga poremeti se time i međusobni položaj objektiva i rotirajućeg zaslona. Ako je širina sektora na zaslonu upravo tolika, da zastre objektiv za vrijeme dok se pomiče slika u vratašcima, razvući će se slika na zastoru, ako pomaknemo objektiv, a rotirajući zaslon ostane na miru. Zbog toga treba kod takove konstrukcije uzeti nešto širi sektor na zaslonu, a to znači gubitak svjetlosti na zastoru za projekciju.

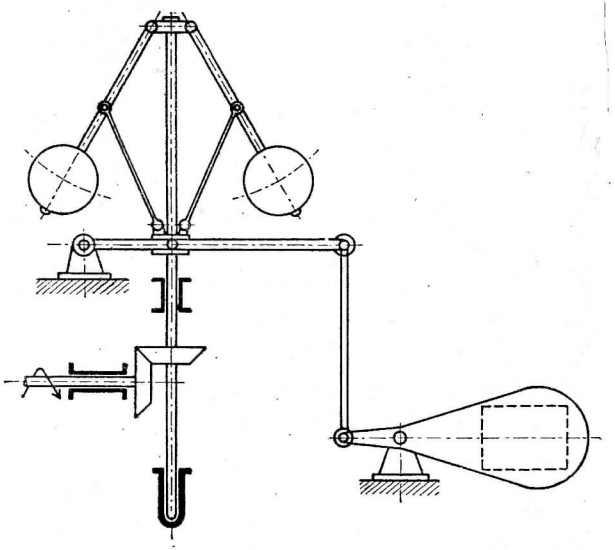
Kod modernih projektora postupaju zato obratno. Prozorčić, objektiv i zaslon ostaju na miru, a pomicati se može cijeli mehanizam, koji služi za pogon filma. Budući da je taj mehanizam dosta težak, redovno ga izbalansiraju s perom. Na taj način ostaje sličica uvijek u optičkoj osovini i jedanput namještene optičke aparate na projektoru ne treba dirati. To pomicanje cijeloga mehanizma vrši se kod nekih aparata ekscentričnom pločom, jer u tom slučaju ne treba kotač za namještanje sličice vrtjeti na lijevo i desno, nego uvijek u istome smjeru.

Ima aparata, koji su konstruirani tako, da se pomiče samo malteški križ zajedno s pločom sa štapićem, ali se kraj toga ne smije promijeniti međusobni položaj malte-

škoga križa i rotirajućeg zaslona. U tom je slučaju mehanizam dosta kompliciran.

e) Automatski zaklopac

Vrlo važna naprava na projektoru, kojoj mora svaki operater posvetiti najveću pažnju, je automatski zaklopac, koji zasjeni filmsku sličicu u prozorčiću u onom momentu, kad mehanizam projektora stane ili dapače u slučaju, ako radi s premalom frekvencijom slika.

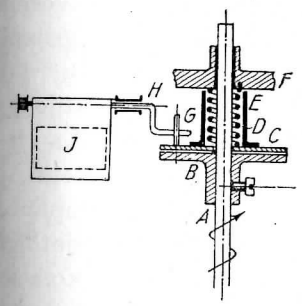


Slika 128.

Upravo zato, jer je ova naprava vrlo važna zbog sigurnosti od požara, radi ona na svim modelima aparata potpuno automatski. Najveća je zato lakoumnost i nesmotrenost, ako zbog kakove male pogrješke, koju lako otstranimo, tu napravu stavimo izvan pogona, što se na žalost u praksi često događa.

Vrlo često radi takav zaklopac pomoću centrifugalne sile, na isti način kako je to poznato kod regulatora parnoga stroja. Na vertikalnoj osi smještene su dvije poluge, koje se na gornjem kraju mogu okretati (slika 128.), a na donjem kraju su otešćane s kuglama. Ako se os naglo okreće, djeluje na kugle centrifugalna sila, pa se one žele udaljiti od osi. Posljedica je te sile ta, da se kugle dižu, a to gibanje može se upotrebiti i prenesti na gibanje zaklopca.

Drugi oblik takovog centrifugalnog automatskog zaklopca izrađen je tako, da se na os pričvrsti nekoliko čeličnih pera, koja su s jedne strane učvršćena i u sredini oteščana utezima. Cijela naprava smještena je u kovnoj kutiji. Ako se os vrti djeluje na uteze to jača centrifugalna sila, što se ona brže okreće, pa se utezi udaljuju od osi i time se pero pokrati. Ta pokrata pera može se upotrebiti za dizanje automatskog zaklopca. Ako aparat stane ili radi s premalo okretaja, uteze će privući čelična pera prema osovini, pa će se automatski zaklopac zatvoriti.



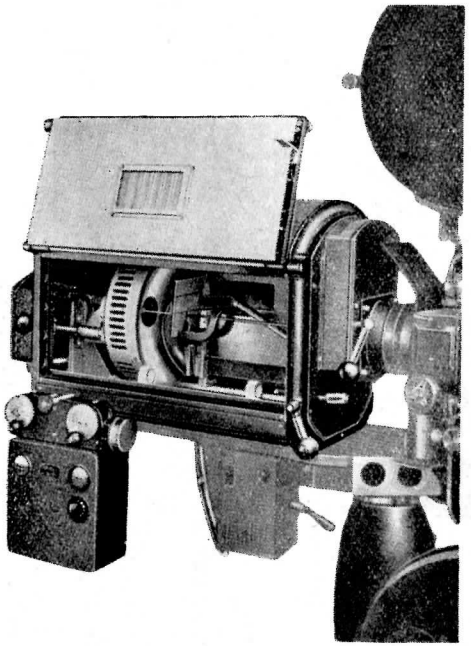
Slika 129.

Mnogo se upotrebljava i takova vrst automatskih zaklopaca, koji rade s trenjem. Od različitih konstrukcija opisat ćemo jednu takovu napravu (slika 129.). Na osi A učvršćena je ploča B. Na njoj leži druga ploča C. U cijevi E, koja je zatvorena poklopcem F, namotano je oko osi spiralno pero, koje je jednim krajem učvršćeno za ploču C, a drugim za poklopac F. Ploče B i C dobro su izbrušene, a među njima se nalazi ulje. Kad aparat radi ploča B se vrti zajedno s osi A, pa zbog trenja uzme sa sobom i ploču C, koja se zbog toga mora zakrenuti i nategnuti pero. Na

poklopcu F nalazi se nastavak, koji prijeći, da se ploča ne može zakrenuti dalje nego samo toliko koliko je potrebno, da štapić G pomakne polugu H samo toliko, da se zaklopac J okrene za 90°, tj. da iz vertikalnoga položaja dođe u horizontalni i time otvori svjetlosti put do prozorčića. Ako mehanizam projektora prestane raditi, ne će se vrtjeti ploča B, pa pero i težina zaklopca zakrenu ploču C u početni položaj i time zapriječe svjetlosti put do filma.

f) Kutija za lučnu svjetiljku

Izvor svjetlosti mora prema propisima biti zatvoren u kutiju (slika 130.). Ugljeni kod električnog luka ugrijani su do visoke temperature, pa će se film odmah upaliti, ako ih se dotakne. Takova kutija mora imati dvostruke stijene, jer je uzduh među njima loš vodič, pa će se izvanjska stijena slabo ugrijati. Obično je stijena kutije obložena i azbestom, koji ne gori, a osim toga je loši vodič topline. Kutija ima sa strane vrata, da možemo u lučnoj svjetiljci mijenjati ugljene. Na vratima nalazi se mala rupa, koja je zastrta tamno modrim ili crvenim staklom, da možemo promatrati usijane krajeve ugljena u električnom luku. Često je namješten na stijeni kutije mali objektiv, koji projicira električni luk na stijenu, kroz koju se projicira slika, pa se tako može vrlo lijepo regulirati i kontrolirati gorenje luka. Na prednjoj strani kutije namješten je zaslon, kojim možemo zastrti izvor svjetlosti kad nije projektor u pogonu, a lučna svjetiljka gori, jer smo onda sigurni, da se film ne može upaliti. Na gornjem dijelu kutije mora biti smješten dimnjak, kojim odvodimo vrući uzduh i plinove, koji se razvijaju, kad gori lučna svjetiljka. Bez ove mjere bila bi u kabini, naročito u ljetu nesnosna vrućina, a oni nitrozni plinovi, koji se razvijaju prouzrokuju veliku glavobolju, ako ih čovjek dulje vremena udiše. Iz tih razloga je potrebno, da kabina ima dobru ventilaciju.

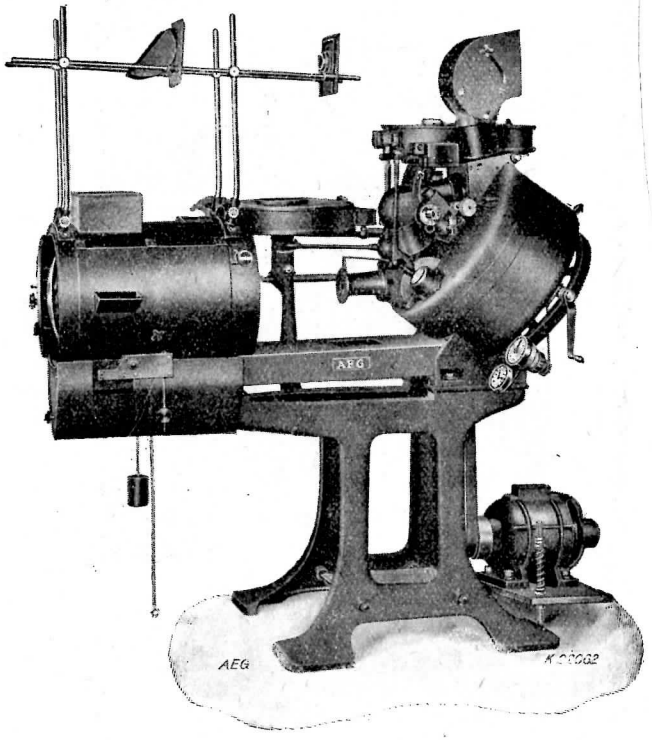


Slika 130.

4. MECHAU PROJEKTOR

Odkad postoji kinematografija nastojalo se je, da slika kod projekcije ne trepti, tj. da oko ne opaža razliku između rasvijetljenoga i tamnoga zastora za projekciju. Kod projektora, koji rade s malteškim križem i rotirajućim zaslonom, zastor za projekciju je čas rasvijetljen, a čas taman, pa ne možemo potpuno otstraniti treptanje slike. Kod projekcije zvučnog filma projicira se na sekundu 24 slike, a projektor ima zaslon

s dva krila, što znači, da zastor na sekundu 48 puta potamni i 48 puta se rasvijetli, pa oko direktno ne opaža te promjene rasvjete, ali se ipak osjetljivo oko umori nakon nekoga vremena gledajući takovu sliku, a slabije oko

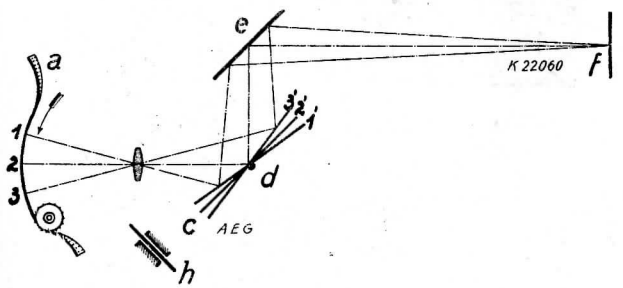


Slika 131.

osjeća često i boli. Osim toga takovi projektori oštećuju perforaciju. Konstrukteri nastojali su zato sastaviti takav projektor, kod kojega bi se film gibao na cijelome putu kroz aparat jednolikom brzinom, a mijenjanje slike, da se događa optičkim metodama.

Kad je tvornici Ernemann uspjelo konstruirati aparat za kinomatografsko snimanje na takovom principu, s kojim se može na sekundu snimiti nekoliko stotina slika (vremenska lupa), uspio je Mechau godine 1912 da konstruira projektor bez malteškog križa i rotirajućeg zaslona, kod kojega se film giblje kroz aparat neprekidno stalnom brzinom (slika 131.).

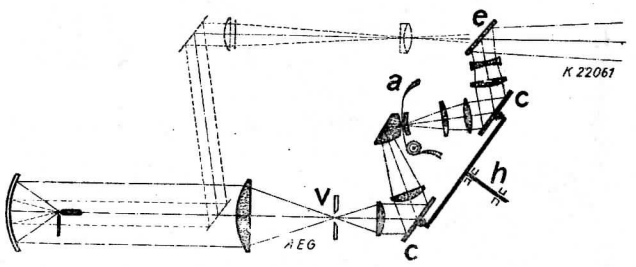
Osnovni princip, na kojem se osniva konstrukcija toga projektora, vrlo je jednostavan. Na arak papira narišimo križ i namjestimo ga tako pred zrcalo, da vidimo sliku križa u zrcalu. Ako pomičemo papir vidimo u zrcalu, da se miče slika križa. Pomičemo li zgodno u isto vrijeme zrcalo, možemo udesiti tako, da će slika križa biti na miru, premda se papir s narisanim križem pomiče.



Slika 132.

Princip Mechau projektora prikazan je na slici 132. Nalazi li se kod 1 filmska sličica, a zrcalo c u položaju 1' nastat će nakon refleksije na zrcalu e, slika na zastoru f. Pomiče li se filmska sličica prema dolje u položaj 2, gibat će se i slika na zastoru. Pomiče li se istodobno i zrcalo c iz položaja 1' u položaj 2', ostat će slika na zastoru u točki f. Na taj način izjednačili smo gibanje slike na zastoru optičkim putem pomoću zrcala c. Isto to

vrijedi i u slučaju, ako se slika pomakne iz točke 2 u točku 3, a zrcalo iz točke 2' u točku 3'. U tom momentu javi se kod 1 slijedeća sličica na filmu. Gibanje te sličice treba opet na isti način optički izjednačiti. Izvedeno je to tako, da se zrcalo u isto doba, kad se zakreće iz položaja 1' u položaj 3' ujedno okreće oko osi h, pa na njega više ne padaju zrake svjetlosti, ako je došlo u položaj 3'. Kraj zrcala c namješteno je drugo zrcalo, koje dođe u trag svjetlosti u položaju 1', pa se pomakne u položaj 2' i 3', rotirajući istodobno oko osi h. Na taj način je optički izjednačeno gibanje druge sličice, a na isto mjesto dođe treće zrcalo, koje se nalazi na bubnju, koji rotira oko osi h. Na tom bubnju namješteno je 8 zrcala s vrlo ravnom površinom. Zupčanici prenose to gibanje bubnja sa zrca-



Slika 133.

lima na transportne valjke za film tako, da gibanje filma odgovara opisanome gibanju zrcala na bubnju. Zrcala smještena su na bubnju jedno neposredno kraj drugoga, pa svjetlost pada za vrijeme prelaza od jedne slike na drugu na dva susjedna zrcala. Dok jedno zrcalo izjednačuje gibanje jedne slike, preuzima slijedeće zrcalo izjednačivanje slijedeće slike. Na taj način padaju na zastor kod prelaza od jedne slike na drugu u isto doba dvije slike. Kod te promjene slike pada na prvo zrcalo sve manje svjelosti,

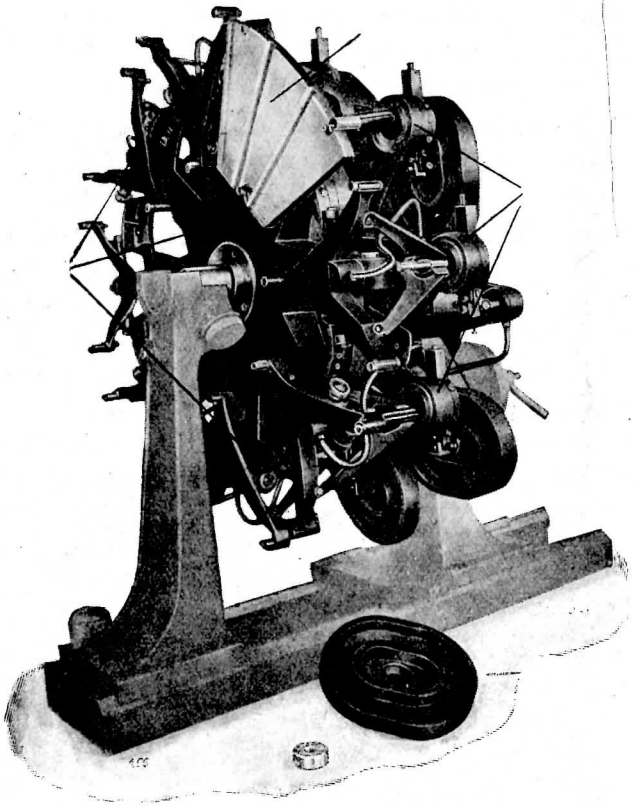
jer se ono sve više zakreće, a na slijedeće zrcalo naprotiv sve više svjetlosti. Jakost rasvjete tih dviju slika mijenja se tako, da je jakost rasvjete zastora uvijek jednaka. Jedna slika na zastoru za projekciju prelazi dakle u drugu, a da zastor nije potamnio, a naše oko ipak nije moglo zapaziti taj prelaz. Prednost toga aparata je u tome također, da dobijemo veću jakost rasvjete na zastoru za projekciju, jer taj aparat nema rotirajući zaslon.

Da potpuno iskoristimo taj dobitak na jakosti rasvjete ne smiju u isto vrijeme biti rasvijetljene dvije sličice filma. Postignuto je to tako, da se snop zraka svjetlosti, koji osvjetljuje filmsku sličicu pomiče istodobno sa samim filmom. Pravokutni prozorčić v projiciramo s lećama na film, a zrake svjetlosti padaju kraj toga na ona gibiva zrcala na bubnju i to prije nego su došle do filma. Iz slike (133.) vidimo, da su ti sistemi rotirajućih zrcala dva puta upotrebljeni, pa slika prozorčića v putuje zajedno s filmskom sličicom, na koju je prozorčić projiciran. Kad je prva sličica izašla iz snopa zraka svjetlosti, preuzima optičko izjednačenje slijedeće gornje zrcalo, a slijedeće donje zrcalo projicira prozorčić na tu slijedeću sličicu, pa putuje opet zajedno s njome. Taj sistem zrcala prikazan je na slici 134., gdje su skinuta sva zrcala osim jednoga, a nalaze se u koso postavljenom bubnju na desnoj strani, na slici, koja prikazuje cijeli taj aparat. Na slici 134. vidi se i cijeli mehanizam, koji zakreće pojedina zrcala, ali bi nas odvelo predaleko, kad bi želili opisivati djelovanje cijeloga toga mehanizma.

Kako vidimo iz opisa djelovanja toga projektora, film prolazi na svakom mjestu aparata jednoliko, pa zato mogu transportni valjci pomicati kroz taj aparat i takove filmove, koji imaju jako oštećenu perforaciju. Budući da se film giblje kroz aparat uvijek jednolikom brzinom, gotovo

je nemoguće, da se film prekine, pa je zbog toga i mala mogućnost, da se film u aparatu za vrijeme projekcije upali.

Na prvi pogled vidimo još jednu karakterističnu razliku M e c h a u-p r o j e k t o r a prema drugim siste-



Slika 134.

mima. Zaštitni bubnjevi namješteni su horizontalno, pa je film još više zaštićen, jer ne dolazi u obzir težina filma, zbog koje se može vrlo lako oštetiti fotografska emulzija

na filmu. Zaštitni bubnjevi mogu kod toga aparata primiti do 1300 metara filma.

Mehanizam projektora tjera elektromotor od 0,5 HP s 1400 okretaja na minutu. Frekvencija slike može se kod M e c h a u aparata mijenjati u vrlo velikim razmacima, pa je moguće projicirati film s 2 do 3 slike na sekundu, a da kraj toga rasvjeta ne trepti. U tom slučaju projekcija djeluje slično kao vremenska lupa, ali je taj način projekcije važniji za projekciju filma u naučne svrhe kod proučavanja različitih gibanja, nego u kinokazalištima.

Kako se na slici 131. vidi vrlo je jednostavan prelaz od projekcije filma, na projekciju dijapozitiva. Treba okrenuti samo jedno zrcalo.

5. OPASNOST VATRE KOD KINOPROJEKCIJE

Kinematografska projekcija opasna je zbog toga, jer se filmski materijal vrlo lako upali i kraj toga daje vrlo mnogo dima. Ako publika u gledalištu opazi, da je u kabini za projekciju nastala vatra, može zbog jednog poklika »vatra« nastati kod publike tolika panika, da će nastati najveća nesreća, kako je to praksa pokazala. Da se spriječe takove nesreće treba udesiti projekciju filma na taj način, da se po mogućnosti, što sigurnije zaprječi upaljenje filma.

Filmska vrpca je iz c e l u l o i d a, koji se vrlo lako upali osobito, ako je bio spremljen na suhome mjestu. Celuloid ima slična kemijska svojstva, kao i nitroglicerin, koji je poznat kao vrlo jaki eksploziv. Ako se celuloid jedanput zapali, ne možemo ga više ugasiti. On se kemijski i dalje rastvara bez pristupa zraka, bez plamena i u zatvorenim posudama. Kraj toga se razvijaju vrlo velikom brzinom otrovni plinovi, koji su pomiješani sa zrakom vrlo eksplozivni.

Kako znamo skupljamo u projektoru kondenzorom ili konkavnim zrcalom svjetlost izvora svjetlosti na sličicu u prozorčiću. Kako je temperatura pozitivnog kratera električnoga luka vrlo velika, oko 4500° C, to od njega izlaze vrlo jake toplinske zrake. Za te zrake vrijede isti zakoni kao i za vidljivu svjetlost, pa se i one sakupljaju na filmu u prozorčiću. Ako upalimo lučnu svjetiljku u projekcionom aparatu, pa s kliještima držimo u vratašcima komadić filma, za kratki čas će film planuti i u momentu izgorjeti. Dok projekcioni aparat normalno radi nije velika opasnost, da bi se film upalio, jer znamo, da filmska sličica ostaje samo vrlo kratko vrijeme na miru u prozorčiću. Ako iz bilo kojega razloga za vrijeme projekcije stane projektor, na pr, jer je ispao remen ili je motor ostao bez struje, jer je pregorio osigurač itd. zatvori se automatski zaslon i zapriječi toplinskim zrakama pristup do filma. Osim toga će spretni operater čim to opazi zatvoriti i ručni zaslon na ormariću lučne svjetiljke, pa je time svaka opasnost uklonjena.

Može se dogoditi, da film u aparatu stane, ali da mehanizam projektora bez smetnja radi dalje. U tom je slučaju opasnost, da će se film upaliti mnogo veća, jer će operater redovito opaziti tu pogrješku tek onda, kad je prekasno, tj. kad se film već upalio. Takav se slučaj može dogoditi na pr., ako se film prekine između vratašca i valjka malteškog križa. Na tom je mjestu film najviše opterećen, pa će loše lijepljeno mjesto vrlo lako popustiti i film se zbog toga prekinuti. Dovodni valjak radit će dalje nesmetano i dovoditi film. Valjak malteškog križa, koji pomiče na mahove film raditi će također nesmetano, isto tako i odvodni valjak i naprava za namatanje filma, ali će zato ipak film u vratašcima ostati na miru. Ako operater ne opazi tu smetnju u onaj isti čas, kad se je dogodila, film već gori, ako nisu na aparatu namještene naprave, koje sprečavaju upaljenje filma.

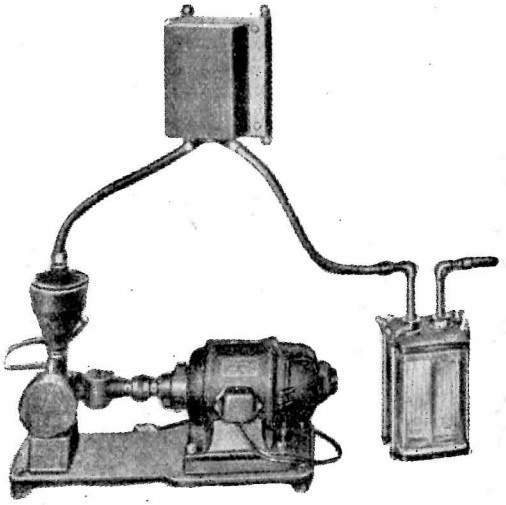
Da se zaštiti u tom slučaju film ima naprava, koje automatski prekinu struju u krugu lučne svjetiljke. Između odvodnog valjka i sprave za namatanje filma smještena su dva kovna valjka, koji su uvršteni u krug struje baterije. Posebno pero pritište valjke zajedno. Dok se među valjcima nalazi film, koji je izolator, krug je struje prekinut. Ako se film prekine, naprava za namatanje odvest će film u donji bubanj, valjci će se dotaknuti i spojiti struju baterije, koja teče kroz elektromagnet releja. Krug struje lučne svjetiljke spojen je preko kotve releja i kontakta. Ako kroz elektromagnet poteče struja, on privuče kotvu i prekine struju na kontaktu, pa se lučna svjetiljka ugasi.

Film može zaostati u vratašcima i zbog toga, jer je perforacija vrlo oštećena. U tom slučaju ne će prije opisana naprava spriječiti zapaljenje filma, jer će film ostati među valjcima, ali se zbog oštećene perforacije ne će dalje pomicati.

Ima također naprava, koje djeluju sasvim mehanički. Ako zbog oštećene perforacije film u vratašcima stane, vući će svejedno dovodni valjak film iz gornje spremnice, a petlja filma postajat će sve veća. U blizini te petlje možemo namjestiti dvije kovne pločice koje su međusobno vrlo blizu, pa će povećana petlja donju dignuti i načiniti kontakt među pločama i na taj način možemo opet sklopiti krug struje, koja teče kroz relej kako smo to prije opisali. Ima mnogo načina kako se slično ovim opisanim može udesiti automatsko prekidanje struje u krugu lučne svjetiljke u onom momentu čim pukne film.

Mnogo su sigurnije naprave za hlađenje filma s k o m p r i m i r a n i m u z d u h o m (slika 135.). Takova puhaljka za hlađenje filma sastavljena je od slijedećih glavnih

dijelova: 1. Kompresor, koji je direktno vezan s elektromotorom s 1/8 HP. 2. Komora za vlaženje uzduha. 3. Automatski rasklopac, potrebne cijevi i dvije sapnice.



Slika 135.

Zgodno je ako kompresor namjestimo izvan projekcione kabine, jer je zrak, kojega kompresor siše hladniji i bez prašine. Da se ne oslabi jakost uzdušne struje, treba upotrebiti dosta široke cijevi (½ cola).

Komora za vlaženje uzduha sastavljena je iz dva dijela. U jednoj komori nalazi se voda, a u drugoj je samo uzduh. Cijev, koja ulazi u komoru s vodom mora biti po prilici 5 cm udaljena od površine vode. Eventualne kapljice vode, koje može sa sobom uzeti struja uzduha zaostaju u drugoj komori. U vod komprimiranog uzduha uvršten je automatski zaklopac, tako da se krug struje lučne svjetiljke prekine onaj čas, ako kompresor iz bilo kojega

razloga ne dovodi filmu dovoljnu količinu hladnoga i vlažnoga uzduha. Iz toga opisa slijedi također, da ne možemo ni lučnu svjetiljku zapaliti, ako puhaljka ne radi. Slika 135. pokazuje nam cijeli uređaj za hlađenje filma s puhaljkom tvrtke Zeiss-Ikon.

Kod spajanja cijevi treba osobito paziti, da bude spoj neprodušan i da sapnice odgovaraju onom modelu projektora, na koji ih montiramo. Jedna sapnica smještena je s one strane prozorčića, koji je okrenut prema objektivu, pa struja uzduha hladi cijelu površinu filmske sličice. Druga sapnica smještena je na onoj strani prozorčića, koji je okrenut prema lučnoj svjetiljki i ta hladi strujom uzduha drugu stranu filma. Da li su sapnice dobro namještene možemo se lako uvjeriti, ako u prozorčić namjestimo samo komadić filma, pa dignemo vatrosigurni poklopac, dok lučna svjetiljka gori, a aparat inače nije u pogonu. Ako su sapnice dobro namještene, ne smije se upaliti film, nego se smije jedino rastaliti emulzija. Jedan je kompresor dovoljan za hlađenje dva filma, kako je to danas potrebno u svakoj kabini za neprekidnu projekciju zvučnog filma.

Ima i takovih konstrukcija aparata za projekciju, kod kojih je rotirajući zaslon upotrebljen za hlađenje filma i prozorčića. Slika 108. pokazuje takov uređaj tvornice AEG. Rotirajući zaslon smješten je između izvora svjetlosti i prozorčića, a izveden je kao krila ventilatora, pa nam daje jaku struju uzduha, koja struji prema prozorčiću. Ta je konstrukcija vrlo zgodna zbog toga, jer mi znamo, da lučna svjetiljka osim svjetlosti izbija i vrlo mnogo zraka topline, koja sva pada na film u prozorčiću. Rotirajući zaslon pred objektivom oslabi svjetlost na polovicu, ako ima dva krila, ali zato ipak pada na film ukupna množina svjetlosti i topline lučne svjetiljke. Time što je zaslon na-

mješten prije prozorčića zadrži on ne samo jedan dio svjetlosti, nego i toplinu, pa se film mnogo manje grije.

Za hlađenje filma i vratašca često se upotrebljavaju kivete, u kojima se nalazi iskuhana ili još bolje destilirana voda. Takove staklene kivete su plosnate staklene posude, koje imaju paralelne stijene velike kao kondenzor. Voda se u takovoj kiveti vrlo brzo ugrije, pa se prihvate na stijene posude mjehurići uzduha, koji se uvijek nalazi u vodi. Ti mjehurići raspršuju svjetlost, pa se zbog toga gubi mnogo svjetlosti. Ako udesimo tako, da je kiveta nešto veća možemo u nju smjestiti bakrenu cijev, kroz koju protječe hladna voda, pa će se voda u kiveti neprestano ohlađivati. U tom slučaju potrebno je po prilici 15 litara hladne vode na sat. Direktno ne možemo upotrebiti vodu iz vodovoda, jer u njoj ima rastopljenih različitih soli, koje se talože na stijene kivete, pa ona postane neprozirna, pa time gubimo svjetlost.

Čista voda apsorbira po prilici 85% topline, ako je sloj vode debeo 10 mm. Ako vodi dodamo na pr. zelene galice i nekoliko kapi sumporne kiseline ili željeznog oksidulamonijum sulfata, rastopina apsorbirat će mnogo više topline. 20% rastopina te soli, koja je gotovo bezbojna, apsorbira 98% toplinskih zraka, ako je sloj debeo 10 mm, tj. gotovo sva toplina ostaje u vodi, pa film može i dulje vremena ostati u prozorčiću na miru. Mjesto tih otopina možemo upotrebiti filtere, koje izrađuje Schott und Gen. Jena pod imenom »Tempax«.

Takove naprave za hlađenje vrlo su potrebne u onom slučaju, ako treba filmsku projekciju zaustaviti, da predavač ima vremena protumačiti pojedinosti na jednoj filmskoj sličici. To ne će naravno biti slučaj kod projekcije filma u kino-kazalištu, nego prigodom kakovog naučnog predavanja ili kod projekcije u školi.

Treba još da se osvrnemo na slučaj, ako se film nesretnim slučajem kraj svih mjera opreznosti ipak zapali. Iskustvo je pokazalo, da film ne plane prema gore, ako je kanal, kojim film prolazi do prozorčića vrlo uzak i dosta dugačak. Prema dolje plamen se također redovito ne širi. Zbog toga ima spretni operater uvijek vremena, ako pravovremeno opazi, da se je film upalio, da ga prekine iznad gornjeg dovodnog valjka, a zatim ispod donjega. Ako slučajno ipak plane film prema gornjoj strani, imaju današnji moderni projekcioni aparati zaštitne bubnjeve. Kolut s filmom nalazi se u potpuno zatvorenom bubnju. Kako smo već spomenuli film se rastvara i bez pristupa uzduha, a kraj toga se razvijaju otrovni i eksplozivni plinovi, pa ovakovi bubnjevi nisu zgodni. Zato je bolje, ako su takovi bubnjevi građeni tako, da na prednjoj i stražnjoj strani imaju otvore, koji su pokriti s gustom kovnom mrežicom slično kao kod rudarske svjetiljke. U tom slučaju dolazi u bubanj uzduh, pa film, ako se upali može goriti plamenom. Da zaštitimo od požara ostale uređaje u kabini, takav je bubanj obložen azbestom, pa se plamen ne može od njega dalje proširiti.

Slika 136.

Prema propisima moraju se u kabini nalaziti specijalni ručni aparati za gašenje filma (slika 136.) (na pr. Pastor, Minimax). Sam film se inače ne može ugasiti, ali ostali predmeti mogu se pogasiti, ako bi se slučajno upalili. Obični aparati za gašenje su posude, koje su ispitane na tlak od nekoliko atmosfera, a punjene su natrijevim bikarbonatom, koji je otopljen u vodi. U unutrašnjosti nalazi se također staklena

posuda, u kojoj je sumporna ili solna kiselina. U slučaju potrebe može se posebnom napravom, ako udarimo s aparatom po podu ta posuda s kiselinom razbiti, pa se u njoj počne vrlo naglo razvijati ugljična kiselina, koja vodu tjera velikom snagom iz posude. Budući da ta voda sadrži vrlo mnogo ugljične kiseline, koja sprečava gorenje, upaljeni se predmeti brzo ugase. Osim toga oblože se predmeti, koji gore korom bikarbonata, jer se voda kod visoke temperature ishlapi, a time se opet sprečava gorenje. Osim toga nadzorne vlasti propisuju, da se u kabini mora nalaziti impregnirani gunj, da filmi moraju biti spremljeni u posebnim vatrosigurnim ormarima, da se u kabini ne smije pušiti itd.

6. NAJVAŽNIJE SMETNJE KOD PROJEKCIJE FILMA

S l i k a n a z a s t o r u t i t i t r a. Ima više razloga, koji mogu prouzročiti tu smetnju. Ako se c i j e l a s l i k a zajedno sa svojim konturama p o m i č e na zastoru znak je, da aparat nije dobro učvršten na podnožju ili da samo podnožje nije dosta stabilno izrađeno. Zbog toga treba vijcima projektor dobro pričvrstiti na podlogu, a ova opet mora biti solidno i čvrsto izvedena.

Ako m o t o r, koji tjera mehanizam projektora nema dobro i z b a l a n s i r a n u k o t v u, a montiran je na malom i laganom stolu projektora, može također prouzročiti titranje cijeloga aparata, a time i slike na zastoru za projekciju. Najsigurnije se možemo o tome uvjeriti, ako stavimo aparat u pogon i promatramo rubove svijetle plohe na zastoru, dok u projektoru nema filma. Ako projekcioni aparat ne titra, moraju ti rubovi na zastoru biti potpuno mirni. Titra li na zastoru slika, a samo rasvijetljeno polje je potpuno na miru, pogrješka je u mehanizmu aparata.

Redovno je pogrješka na saonicama u vratašcima, koje nisu perom dovoljno pritisnute na kanal, kojim prolazi film ili nije pritisak na lijevoj i desnoj strani jednak.

U tom slučaju film ne ostane stajati u onom momentu, kad se prestane gibati malteški križ, nego se zbog ustrajnosti pomakne još nešto dalje. Jasno je, da će u tom slučaju film kod svakoga pomaka stati u drugom položaju, pa sve sličice ne dolaze na isto mjesto u vratašcima, a jer je slika na zastoru za projekciju vrlo jako povećana, opažat će se kod projekcije ta nepravilnost u pomicanju filma po tome, što će slika titrati.

Osim toga može biti uzrok takovoj n e m i r n o j s l i c i i na samome f i l m u, ako su zbog istrošene perforacije povećane rupice. To ćemo lako konstatirati, ako kušamo projicirati novi neoštećeni film. Ako je kod njegove projekcije slika na zastoru na miru, možemo biti sigurni, da je naš aparat u redu, a pogrješka da leži u lošoj perforaciji.

Konačno može biti razlog p o g r j e š n o s n i m a n j e, tj. aparat za snimanje nije za vrijeme snimanja bio na miru nego je titrao. Jasno je, da tu pogrješku ne možemo nikako kod projekcije popraviti.

S l i k a n i j e o š t r a. Ako na zastoru za projekciju ne možemo dobiti oštru sliku, a žarišna daljina objektiva odgovara udaljenosti objektiva od zastora, treba pogledati, da li su leće u objektivu dobro složene. Od vremena do vremena treba objektiv rastaviti i očistiti, pa se može dogoditi, da smo ga loše sastavili. Osim toga treba paziti, kako objektiv stavljamo u nosioc na aparatu. Nesimetrični objektivi imaju na valjku s izvanjske strane označenu strijelicu, pa treba objektiv staviti u nosioc uvijek tako, da strijelica pokazuje prema projekcionom zastoru. Nadalje mogu biti leće objektiva nečiste ili se je na njima kondenzirala vodena para, ako smo objektiv donijeli iz hladne prostorije u toplu kabinu.

Uzrok nejasnoj slici mogu biti također nečista i loša stakla na otvorima za projekciju. Ta stakla moraju biti, kako smo to već spomenuli od brušenoga planparalelnoga stakla za zrcala.

Ako nije samo jedan dio slike oštar, krivnja leži u tome, da izvor svjetlosti nije namješten u optičkoj osi aparata ili je ona previše kosa prema zastoru za projekciju.

Pojedini dijelovi slike nisu često oštri i zbog toga, jer su na objektivu masne mrlje ili otisci nečistih ili masnih prstiju.

Ako film nije dobro namješten u vratašcima ili su ona istrošena, ne ostaje film uvijek u istoj udaljenosti od objektiva. Kako je žarišna daljina objektiva dosta malena dovoljno je, da je jedan kraj filma nešto dalje od objektiva nego drugi, pa da jedan dio slike nije više potpuno oštar.

Konačno slika na zastoru nije oštra, ako aparat za snimanje nije bio potpuno oštro namješten za vrijeme snimanja. To se međutim događa vrlo rijetko, ali u takovom slučaju ne možemo kod projekcije ništa pomoći. Takova će pogrješka biti eventualno samo kod malog dijela filma. Često su takove neoštrine udešene hotimice.

Ako su na projiciranoj slici tamne mrlje ili je slika uz rub bojadisana, treba izvor svjetlosti iznova namjestiti, pa će te pogrješke nestati.

Slika trepti. Ako projiciramo s premalom frekvencijom zastor se u svakoj sekundi dovoljno puta ne rasvijetli i ne potamni, pa velimo da slika trepti. U tom je slučaju prikazano gibanje na slici previše polagano i nenaravno. Kod zvučnog filma ne će se to dogoditi, jer radi zvuka treba projicirati točno 24 slike na sekundu. Razlog treptanja može biti i prejaka rasvjeta zastora za

projekciju, a može se dogoditi vrlo lako, ako je film jako proziran. Frekvencija stapanja zavisi najme također osim broja slika, koje projiciramo na sekundu i o jakosti rasvjete na zastoru. Ako film projiciramo s izmjeničnom strujom, nije moguće nikako to treptanje otstraniti.

Ako treba odmah projicirati, nakon što smo upalili lučnu svjetiljku, dolazi često do periodičke promjene svjetline pozitivnog kratera. Ako je negativni ugljen prevelikog promjera šeta luk po njegovom šiljku.

Slika je razvučena. Ako rotirajući zaslon ne pokriva objektiv kroz ono vrijeme, dok se film pomiče, bit će slika u projekciji razvučena. Ako je slika razvučena prema dolje, zaslon prerano pokrije objektiv. Ako je objektiv predugo otvoren, slika je razvučena prema gore. Najjednostavnije možemo namjestiti rotirajući zaslon, ako aparat polagano okrećemo rukom, dok ne dođe crta između dvije sličice upravo u sredinu prozorčića. Raspolovnica onoga punoga sektora, koji pokriva gibanje sličice i koji je redovno označen bijelom strijelicom, mora biti upravo u optičkoj osi aparata. Zaslon mora biti smješten što bliže objektivu, jer je tamo snop zraka svjetlosti najuži.

Aparat trga perforaciju. To će se dogoditi uvijek onda, kad su pera na saonicama u vratašcima previše stegnuta, ako je petlja iznad vratašca premalena i ako je frikcija na zaštitnim bubnjevima prevelika. Oštećeni zupci na transprotnim bubnjevima također jako oštećuju perforaciju. Vrlo često je razlog, da aparat kida perforaciju, prašina od filma koja se skuplja u vratašcima i stavlja vrlo veliki otpor. To se redovito događa kod novoga filma, ako neprestano ne čistimo vratašca. Može se dogoditi, da film ima nešto nenormalnu perforaciju, pa ne pristaje točno u zube transportnih valjaka. U tom slučaju ne možemo ništa pomoći.

Film se ne namata na bubanj. Ako je frikcija na bubnju za namatanje filma preslaba, redovno će namatanje zapeti, kad se bubanj napuni s filmom i postane teži. Ako je prenos na bubanj s remenom, treba pogledati, da li je remen mastan od ulja, pa se skliže. U tom slučaju treba ga oprati benzinom i namazati kolofonijem.

Frekvencija slika je premala. U manjim mjestima, gdje su male centrale može se dogoditi, da se umanji napetost mreže, pa motor nema propisni broj okretaja ili može biti motor preslab za pogon projektora. Često je razlog u pretvaraču struje, jer su kefice dinamostroja zlo položene na kolektor ili je sam kolektor zamazan. Kod starijega aparata mogu se ležaji zaribati zbog nedovoljnog mazanja, pa nastane veliko trenje. Ako u vratašcima ima nečistoća i prašine, koja otpada od filma (novi film) ili su pera prejako nategnuta u vratašcima film teško prolazi kroz projektor. U takovim prilikama može se film vrlo lako prekinuti između vratašca i transportnog valjka malteškog križa. Time nastaje kako već znamo opasnost, da se film upali.

VII. AMATERSKA KINEMATOGRAFIJA

1. RAZVITAK AMATERSKE KINEMATOGRAFIJE.

Razvitak kinematografije pokazuje iste karakteristike kao i fotografija. Kinematografija je u prvo vrijeme isto kao i obična fotografija ograničena na stručne fotografe. Isto tako kako je fotografija zauzela maha kod amatera, počinje brzo i kinematografija također zanimati amatere.

Englez Birt Acres donosi 1898 na tržište prvu amatersku kameru za filmsko snimanje pod imenom »Birtac«. Upotrebio je uski film, kojega je dobio na taj način, da je prerezao normalni Edisonov film od 35 mm na polovicu. Ti su aparati radili dakle s filmom od 17,5 mm, a imali su perforaciju samo s jedne strane. Prema ovome primjeru radile su i druge tvornice.

Početkom ovoga stoljeća grade kinokameru za amatere, koja upotrebljava polovicu normalnoga filma, dakle ima širinu 17,5 mm, ali je perforacija smještena u sredini filma između pojedinih sličica. Film nalazio se je u spremnici, koja se je mogla namjestiti na sam aparat za snimanje.

Za projekciju filma upotrebljavao se je posebni projekcioni aparat, koji je bio učvršten na daski zajedno sa svjetiljkom. Za transport filma bila je ugrađena u aparat za snimanje i u projekcioni aparat hvataljka (str. 159.). Godine 1904 imaju već aparati za snimanje malteški križ. (str. 157.). Spremnica mogla je primiti do 50 metara filma. Isti aparat mogao se je upotrebiti za snimanje, kopiranje i projekciju.

Prema ondašnjem stanju tehnike nisu slike kod tih aparata bile dovoljno svijetle, a osim toga su dosta titrale, pa je tako uski film bio istisnut od normalnoga filma. S fotografske strane također nije amulzija bila još toliko

finog zrna, da bi se mogle slike jako povećati. Osim toga su mislili, da će amateri moći za projekciju upotrebljavati stare industrijske filmove. Poznati projekcioni aparat s malom žaruljom velikog intenziteta K i n o x upotrebljavao se je u vrijeme nakon svjetskog rata vrlo mnogo, kod popularnih predavanja u školama i društvima. Nakon svjetskog rata mnoge su firme u Francuskoj, Engleskoj i Njemačkoj izrađivale aparate za amaterske snimke na normalnom filmu. Spremnice mogle su primiti 5 metara normalnog filma. Svi su ti amaterski aparati za snimanje imali ručni pogon. Tek godine 1923 počinju se javljati aparati, kod kojih se film u aparatu transportira djelovanjem napetoga pera. Kako je poznato ta je konstrukcija ostala i do danas, a samo s njom je moguće snimanje iz ruke bez upotrebe stativa. U Americi počeli su graditi projekcione aparate u obliku kovčega, koji su bili vrlo zgodni u svrhu trgovačke propagande ili kod predavanja, jer ih se lako može prenašati. Zbog opasnosti vatre bili su izdani različiti propisi za takove aparate.

Kad se je razvio zvučni film, konstruirani su takovi aparati u kovčegu i tako, da se je s njima mogao projicirati i zvučni film. Jasno je, da su potrebna pojačala smještena u posebnom kovčegu.

Zbog opasnosti vatre bili su izvori svjetlosti u takovim aparatima dosta slabi i projekcija dosta loša, pa je industrija pošla drugim putem, da poboljša takovu projekciju. U tu svrhu stavljen je u promet neupaljivi film, pa se je moglo upotrebljavati jače izvore svjetlosti. Da se zapriječi, da se u takovom aparatu projiciraju i obični industrijski filmovi uveli su u Americi film sa širinom od 28 mm. I u Francuskoj gradili su aparate za ovu dimenziju teško upaljivoga filma.

Godine 1924 stavila je u promet firma Kodak prvi

u s k i film širine 16 milimetara, s perforacijom s obje strane. U isto vrijeme dolazi u promet m a l i film, širok 9,5 mm u Francuskoj od firme Pathé. U Njemačkoj konstruiran je kratko vrijeme nakon toga amaterski aparat Kinamo 10, koji upotrebljava uski film od 16 mm. Aparat je vrlo malen i lagan, ima pogon na pero, a stane u njega 10 metara filma. Jasno je da sve tvornice izrađuju također raznovrsne aparate za projekciju tih malih i uskih filmova.

Kako je istovremeno napredovala i izradba fotografskog materijala, pa su se slike dale vrlo povećati kod projekcije, a da se nije vidjelo zrno emulzije, to su tvornice prešle na izradbu aparata još manjeg formata. Postupalo se je isto tako kao nekad kod normalnog filma. Uski film od 16 mm snimi se dva puta i to svaki put samo polovica širine. Nakon razvijanja film se razreže i tako dolazimo do 8 mm filma, na kojem je slika velika 3,7 × 4,8 mm. Osim toga postoji danas i mali film širok 9,5 mm, koji ima perforaciju u sredini filma između slika. Taj je film bio dosta proširen među amaterima, jer ima samo nešto manju sličicu, a cijena je dosta manja, jer je film mnogo uži.

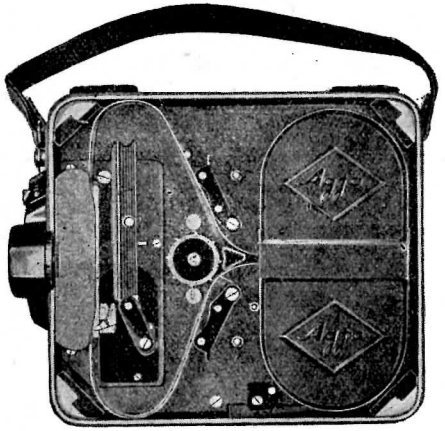
Transport filma nije osiguran, pa slika nije kod projekcije potpuno mirna. Sporazumom tvornica grade se danas amaterski aparati za snimanje i projiciranje, koji upotrebljavaju film širok 8 mm s perforacijom s jedne strane.

Za uski film od 16 milimetara izgrađene su danas aparature za snimanje i projiciranje zvučnoga filma, ali o tome ćemo govoriti kasnije, kad ćemo se zabaviti sa zvučnim filmom.

2. PRIPREMA ZA KINEMATOGRAFSKO SNIMANJE

Želimo li biti sigurni, da će nam snimanje s kinokamerom uspjeti, treba sve najprije savjesno prirediti. Da početnik vidi, našto sve treba paziti prije snimanja i za

vrijeme snimanja, kako bi kasnije projicirajući svoj film na zastor mogao biti zadovoljan s uspjehom, prikazat ćemo u kratkim crtama cijeli postupak od snimanja do gotovog pozitivnog filma.



Slika 137.

Budući da ima različitih konstrukcija aparata za snimanje morat ćemo razlikovati u glavnome dvije vrsti. Opisat ćemo postupak s aparatom, kod kojega je film smješten u dvostrukoj spremnici (slika 137.). Druga vrst aparata upotrebljava film, koji je namotan na kolut i može se mijenjati u aparatu kod prigušenog danjeg svijetla. Za pogon filma u aparatu upotrebljava se elastično čelično pero.

Imamo li aparat, kod kojega moramo sami puniti kasetu filmom, treba nabaviti u trgovini film u limenoj kutiji, koja je tako zatvorena, da do filma ne može doprijeti ni svjetlost ni uzduh. U tamnoj komori otvorit ćemo kutiju u nešto većoj udaljenosti od tamno crvene svjetiljke (kod panhromatske emulzije tamno zelene svjetiljke) i odmjeriti toliku duljinu filma, koliko može primiti naša kaseta. Kod

toga posla treba paziti, da film nigdje ne uhvatimo prstom za emulziju, jer inače dobivamo na razvitom filmu otiske prstiju, koji jako smetaju kod projekcije. Kod većine aparata treba film namotati tako, da se kod odmatanja okreće u onom smjeru, kako se giblju kazala na uri. To je u ostalom na svakom aparatu označeno, pa se treba toga držati. Kraj filma treba provući kroz uski otvor u gornjem dijelu kasete, pa kroz otvor u donjem dijelu odvesti do praznog koluta, na koji će se film kod snimanja namatati. Smjer vrtnje toga koluta kod svih aparata nije isti, pa zato treba najprije na čas staviti otvoreni aparat u pogon, da vidimo na koju stranu se film namata. Kad smo to ustanovili treba film učvrstiti na osi koluta dolazeći s njime s gornje ili donje strane, kako to konstrukcija aparata zahtijeva. Vrlo je važno, da početak filma dobro učvrstimo na os, jer je vrlo nezgodno, ako se film za vrijeme snimanja razriješi od koluta za namatanje. Mehanizam za pomicanje filma vuče film iz gornjega dijela kasete, pa ako se snimljeni film ne namata na donji kolut, napuni se cijeli aparat s filmom i nastane, kako se obično u krugovima amatera kaže filmska salata. U tom slučaju možemo film spasiti, ako se nalazimo u blizini tamne komore, jer ga možemo namotati u donji dio spremnice. Ako se nalazimo negdje u prirodi moramo taj dio filma žrtvovati, ako želimo s drugom spremnicom dalje snimati. Poznavajući tu opasnost mnogi se žele osigurati od te neprilike na taj način, da početak filma omotaju čvrsto nekoliko puta oko osi koluta za namatanje. Time se nismo nipošto osigurali, nego naprotiv redovno naškodili. U onom momentu, kad smo spremnicu zatvorili, odmotat će se tih nekoliko zavoja filma zbog njegovog elasticiteta, pa će u donjem dijelu spremnice biti nekoliko velikih slobodnih zavoja filma. Kad počnemo snimati mora naprava za namatanje

najprije namotati tih nekoliko zavoja, a transportni valjak vuče iz kanala snimljeni film, koji u tom slučaju ne može u donji dio spremnice, pa u aparatu opet nastane opasna »salata«.

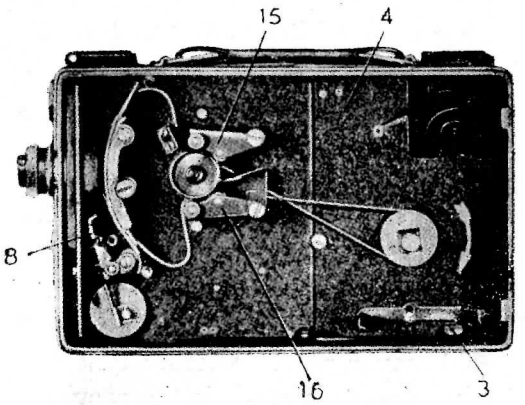
Kad smo na opisani način smjestili film u kasetu, zatvorit ćemo njezin poklopac i možemo sa spremnicom izaći iz tamne sobe na svjetlost. Danas je obično amateru taj posao prišteđen, jer dobivamo već iz tvornica za pojedine aparate punjene spremnice.

Slika 138.

Sad ćemo otvoriti aparat za snimanje i staviti u njega spremnicu pazeći kod toga, da osovina mehanizma za namatanje zahvati u kolut za namatanje snimljenog filma u spremnici. Iz gornjeg dijela spremnice treba izvući toliko filma (slika 138.), koliko je potrebno, da ga prema uputi, koja je svakom aparatu priložena, provedemo kroz transportne valjke i kanal u aparatu. Prije nego aparat za snimanje zatvorimo, treba se uvjeriti, da li je film pravilno

uveden, da li glatko prolazi kroz kanal za film i da li se namata na donji kolut. Uvjerit ćemo se o tome, ako pustimo jedan čas, da radi mehanizam s perom.

Kod druge vrsti aparata upotrebljava se kolut za danju svjetlost (slika 139.). Taj kolut ne smijemo nikada postaviti tako, da na njega pada direktna jaka svjetlost sun-



Slika 139.

čana ili od električnih žarulja. Film je doduše u tim kolutima zaštićen s nekoliko slojeva crnoga papira, ali između stijena koluta te namotanoga papira i filma može do njega doći svjetlost, pa nam kod projekcije vrlo neugodno smetaju različite mrlje uz rub slike na zastoru. Zbog toga treba biti oprezan kod umetanja takovog koluta s filmom u aparat. Prema naputku, koji smo dobili s aparatom, kad smo ga nabavili treba namjestiti kolut i izvući toliko perforirane papirnate vrpce, da je možemo provesti kroz mehanizam aparata i učvrstiti na kolut za namatanje snimljenog filma. Prije nego aparat zatvorimo opet ćemo se uvjeriti, da li vrpca dobro i bez smetnja prolazi kroz aparat.

Kad smo sve udesili kako je opisano, treba još namjestiti kazalo, koje nam kaže koliko je filma za vrijeme snimanja potrošeno ili koliko još filma ima u aparatu. Kod aparata punjenih s kolutom za danju svjetlost moramo uzeti u obzir, da je vrpca od papira, koja štiti film duga po prilici 2 metra, pa zato treba staviti mehanizam dotle u gibanje, dok nam kazalo ne pokaže, da je ta papirnata vrpca prošla kroz filmski kanal. Nakon toga stavit ćemo kazalo opet na početak skale, ako aparat nije udešen tako da skala sama pokazuje početak tek onda, kad smo odmotali zaštitni papir. Sad je aparat spreman za snimanje.

3. SNIMANJE S KINOKAMEROM

Najbolje rezultate postići će amater, naročito početnik, ako snima u prirodi kod sunčane svjetlosti. Film, koji smo snimili za tmurnog vremena, kod projekcije je bez kontrasta i gubi sasvim plastiku, koju slici daje samo jaka svjetlost i jake sjene. Najzgodnija je rasvjeta za kinosnimke, ako je sunce zastrto prozirnim bijelim oblacima. Kod intenzivne direktne sunčane rasvjete sjene su obično vrlo tamne. Ako snimamo u sjeni za vedroga sunčanog dana, slike su također bez kontrasta i djeluju loše kod projekcije. Osnovni princip za rasvjetu kod kinematografskog snimanja je taj, da objekt kojega snimamo bude rasvijetljen s poludesna ili polulijeva. Ako sunčane zrake padaju upravo u leđa onome, koji snima ili rasvijetljuje predmet upravo s lijeve ili desne strane, ne će dobro djelovati rasvjeta kod projekcije filma. Vrlo lijepe snimke možemo postići, ako je predmet, kojega snimamo rasvijetljen sa stražnje strane, t. zv. s n i m k e p r o t i v s v j e t l o s t i. Za takove snimke treba mnogo vježbe i iskustva i neka pomagala. Zbog toga je bolje, da početnik ne upotrebljava takovu rasvjetu.

Kad smo se odlučili, da nešto snimimo treba prije svega promisliti, kakova je rasvjeta i koliko treba eksponirati film, ako želimo dobiti valjane snimke. Kod kinematografskih aparata, a napose kod amaterskih, redovno ne možemo mijenjati duljinu ekspozicije. Aparati su udešeni tako, da pero stavlja mehanizam u pogon s takovom brzinom, da snimamo na sekundu 16 slika. Otvor na rotirajućem zaslonu ima stalnu i nepromijenljivu veličinu (170⁰ do 180⁰), pa je vrijeme ekspozicije po prilici $^1/_{30}$ sekunde. Množinu svjetlosti, koja pada na emulziju filma možemo kod kinoaparata mijenjati samo pomoću i r i s - z a s l o n a, koji je ugrađen u objektivu. Kad govorimo o vremenu eksponiranja treba odmah spomenuti osnovno pravilo kod fotografiranja: u v i j e k j e b o l j e e k s p o n i r a t i p r e v i š e n e g o p r e m a l o. Svaki negativni film možemo stručnim razvijanjem uvijek ispraviti, ako nije mnogo previše eksponiran. Ako smo prekratko eksponirali, svjetlost nije djelovala na emulziju i nije ostavila dovoljno tragova na njoj. Zbog toga nije moguće ništa pomoći kod razvijanja takovoga filma.

Amater radi u svom aparatu za snimanje s uskim i malim filmom t. zv. metodom p r e k r e t n o g f i l m a. Želimo li dobiti u tom slučaju dobar pozitiv, treba mnogo točnije eksponirati, nego ako snimamo s negativskim filmom, koji se tek nakon razvijanja k o p i r a na pozitiv. U posljednjem slučaju možemo dobiti još sasvim dobar pozitiv, ako je i negativ dosta krivo eksponiran. Ako p r e v i š e eksponiramo dobijemo kod prekretnog filma p r o z i r n e negative, koji vrlo loše djeluju kod projekcije. Mnogo ćemo filma, a time i troška prištedjeti, ako se služimo pomoćnim sredstvima za određivanje ekspozicije, što kod kinokamere znači, za određivanje veličine iris-zaslona u objektivu.

U glavnome možemo ta pomoćna sredstva za mjerenje ekspozicije podijeliti u tri grupe: Fotoelektrički fotometri, optički fotometri i tabele.

Fotoelektrički fotometri imaju ugrađenu fotostanicu i osjetljivi galvanometar. Ta vrsta fotostanica ne treba za pogon nikakovu napetost, jer ona daje struju, kojoj je jakost proporcionalna jakosti svjetlosti, koja na nju pada. Na galvanometru pišu mjesto jakosti struje odmah vremena ekspozicije, koja su potrebna kod one jakosti rasvjete, koja pada na fotostanicu. Takovi su fotometri vrlo točni i vrlo pouzdani.

Optičkih fotometara ima mnogo vrsti, ali ih možemo podijeliti u dvije grupe. Kod jedne vrsti treba odrediti vrijeme, koje je potrebno dok fotografski na svjetlost osjetljivi papir promijeni boju do one nuance, koja je označena na aparatu, ako na njega pada ona ista svjetlost, koja pada i na predmet, kojega želimo snimati.

Druga vrst fotometra radi direktno optički, tj. kroz takove aparate gledamo na predmet koji želimo fotografirati, a s posebnom napravom na aparatu možemo oslabiti jakost svjetlosti do neke određene jakosti. Kako se ta jakost ustanovi izvedeno je kod različitih aparata na vrlo različite načine. Ti su fotometri u principu mnogo bolji kao i oni prvi, jer mjere onu svjetlost, koja se odbija od predmeta koji snimamo, a ta ista svjetlost dolazi i na film kod snimanja.

Svi su ti aparati građeni glavno za potrebe obične fotografije, pa kod njih možemo direktno odrediti potrebno vrijeme ekspozicije, kod raznih otvora zaslona uzevši u obzir osjetljivost fotografskog negativskog materijala. Kako kod kino aparata ne možemo mijenjati vrijeme ekspozicije, nego samo otvor zaslona, možemo te aparate

ipak upotrebiti, ako imamo na umu, da je vrijeme ekspozicije po prilici 1/30 sekunde. Treba dakle na takovom aparatu potražiti onu veličinu zaslona, kod koje je potrebna ekspozicija od 1/30 sekunde. Ima i takovih modela tih fotometara, koji su udešeni za upotrebu kod kinosnimanja i koji pokazuju kod stalnog vremena ekspozicije potrebni zaslon.

Osim ovoga direktnoga mjerenja jakosti svjetlosti, koje je kod dobrih fotometara vrlo točno, osobito kod fotoelektričnih, jer kod njih nema subjektivnih utjecaja onoga koji mjeri, služe se mnogi amateri i tabelama, pomoću kojih možemo također približno odrediti veličinu zaslona na objektivu toliko točno, da ćemo snimke još moći upotrebiti. U takovim tabelama navedeni su najobičniji uvjeti kod kojih se obično snima, pa možemo naći potrebni otvor zaslona. Ima vrlo mnogo takovih tabela, pa bi nas odvelo predaleko, kad bi ih opisivali.

Svi amaterski aparati za snimanje imaju već danas mehanizam s perom, koji stavlja aparat i film u njemu u gibanje, ako pritisnemo na zato određeni gumb ili polugu. Prednost je tih aparata, da možemo s malo vježbe snimati držeći aparat u ruci, pa zbog toga nije potrebno da nosimo stativ, koji je često teži od samoga aparata, jer za kinematografske snimke ne možemo upotrebiti lagane i slabe stative, koji služe za obične fotografske aparate. Želimo li, da nam kod projekcije filma slika bude na zastoru potpuno mirna, mora i aparat za vrijeme snimanja biti sasvim miran. Zbog toga treba se priučiti držati aparat tako u ruci, da se ne pomiče za vrijeme snimanja, a isto tako da bude i cijelo naše tijelo što mirnije za vrijeme snimanja, jer će inače slika kod projekcije tako skakati i plesati po zastoru, da će to biti vrlo neugodno za oči. Često je zgo-

dno, ako aparat možemo namjestiti na stolu, kakovom panju, ogradi, kamenu itd.

Kad smo nategnuli pero, uhvatimo aparat s obje ruke i prislonimo na zgodno mjesto na glavi tako, da možemo gledajući kroz tražilo promatrati uvijek predmet, koji snimamo (slika 140.). S cijelim tijelom bit ćemo mirni, ako stojimo s nešto raširenim nogama ili ako se prislonimo na neki čvrsti predmet. Kad smo se tako namjestili i odabrali izrez slike, pritisnut ćemo na gumb ili polugu i time staviti mehanizam u gibanje. Kad smo snimili jednu scenu, najprije ćemo zaustaviti mehanizam, a onda aparat maknuti iz položaja, u kojem smo snimali.

Slika 140.

Često je potrebno i zgodno, da pratimo s našim aparatom za vrijeme snimanja objekt, koji se miče. U tom slučaju moramo okretati aparat za snimanje sasvim polagano, jer inače djeluje slika kod projekcije nenaravno i neugodno, a smeta dosta i za oči. Kazalo na aparatu pokazat će nam koliko smo filma potrošili ili koliko je još filma ostalo u aparatu, pa se prema tome moramo ravnati kod daljnjega snimanja. Kad smo potrošili cijeli film, koji je bio u aparatu, izmijenit ćemo spremnicu ili kolut kod prigušenog svijetla. Snimljenu spremnicu ili kolut treba dobro umotati u crni papir i spremiti u kutiju, kako ne bi do filma došla svjetlost.

Iskusni kinoamater traži često, da aparat za snimanje ima osim pogona na pero i pogon s ručicom, jer pogon na pero obično eksponira samo 16 slika na sekundu, a često je potrebno da povećamo ili umanjimo broj snimljenih slika na sekundu. Neki aparati su udešeni tako, da možemo s perom snimati 16 ili 8 slika na sekundu.

Ima amaterskih aparata, s kojima možemo snimati do 64 slike na sekundu, pa te slike možemo već smatrati vremenskom lupom, tj. svako se gibanje kod projekcije prikuzuje 4 puta sporije, nego što je bilo kod snimanja, a to je kod sportskih snimaka često vrlo zgodno.

Drugi opet aparati imaju osim pogona na pero također i ručicu, s kojom kod svakoga okreta snimimo 8 slika ili je možemo staviti na drugu os, pa kod svakoga okreta snimimo po jednu sliku. Normalnu frekvenciju slika dobit ćemo kod takovoga aparata s ručicom, ako okrećemo ručicu dva puta na sekundu.

Želimo li snimati risane ili trik-filmove treba svakako upotrebiti aparat, koji ima ručicu za snimanje pojedinih slika. Ako snimamo s aparatom, koji ima ručicu za okretanje mehanizma moramo bezuvjetno aparat namjestiti na jaki i čvrsti stativ. U tu svrhu ne može se upotrebiti stativ za obične fotografske aparate, kako smo to već spomenuli.

Želimo li s takovim aparatom dobiti dobre snimke, treba mnogo vježbe, dok naučimo jednoliko i mirno okretati ručicu. Držak ručice treba uhvatiti s palcem, kažiprstom i srednjim prstom desne ruke, lakat staviti u visinu osi ručice, pa ručicu okretati na taj način, da se ruka giblje samo u zapešću. Ako bismo okretali ručicu s cijelom rukom, brzo bi se umorili, aparat bi se previše tresao, a rotacija poluge bila bi nejednolika, pa zbog toga i osvjetljenje pojedinih sličica nejednako.

Ovo okretanje poluge treba dobro uvježbati i to ne s praznim aparatom, nego ćemo u tu svrhu upotrebiti komad staroga filma, prije nego počnemo u istinu snimati, jer ćemo na taj način prištediti mnogo filma. Vježbanje s aparatom, u kojem nema filma nema nikakove svrhe, jer se prazni mehanizam okreće mnogo lakše, pa nam smeta, kad počnemo okretati aparat, u kojem je uveden film. Nadalje treba uvježbati brzinu rotacije, tj. priučiti se nato, da polugu okrenemo dva puta na sekundu, jer je samo onda pravo vrijeme ekspozije. Kod okretanja poluge možemo se poslužiti poznatim iskustvom fotografa. Ako normalnom brzinom izgovaramo brojke: dvadeset-jedan, dvadeset-dva itd. i kraj toga gledamo na sekundno kazalo na uri opazit ćemo, da prođe po prilici upravo jedna sekunda, dok izgovorimo svaki broj. Polugu treba dakle okretati tako brzo, da je okrenemo dva puta, dok izgovorimo jedan broj.

Želimo li snimati t. zv. p a n o r a m a s n i m k e treba osim okretanja poluge polagano okretati i sam aparat na stativu. U tu svrhu upotrebljava se posebna naprava, koja se namjesti na stativu, t. zv. p a n o r a m a g l a v a i na nju se tek učvrsti aparat za snimanje. Okrećući polugu koja ima vijak be zkraja, okreće se polagano aparat za snimanje. Tu polugu okrećemo lijevom rukom, pa je jasno, da treba desnu ruku dobro uvježbati, da okreće polugu na aparatu za snimanje uvijek jednoliko, tj. istom brzinom, jer s lijevom rukom moramo polugu za panorama snimke okretati sasvim polagano čas na lijevu, a čas na desnu stranu. Osim toga moramo tražilom neprestano pratiti objekt, koji snimamo. Samo velikom vježbom možemo naučiti da okrećemo polugu aparata potpuno mehanički. Tu možemo sasvim dobro upotrebiti narodnu poslovicu: n e k a n e z n a d e s n i c a, š t o r a d i l i j e v i c a.

Spomenut ćemo još neke temeljne principe, kojih se

moramo držati, želimo li dobiti dobre snimke na filmovima. Kod kinoaparata za snimanje upotrebljavaju se samo prvorazredni objektivi, pa će slike biti vrlo oštre, a snimati možemo i kod loše rasvjete. Budući da je slika kod uskog i malog filma vrlo malena, to će slika pojedinih predmeta, koje smo snimili biti pogotovo malena, ako se predmet nalazi u nešto većoj udaljenosti od aparata. Emulzija filma sastavljena je od vrlo sitnih zrnaca, a veličina zrna srebra, koje se izluči kod razvijanja filma zavisi o vrsti emulzije i o načinu razvijanja. Danas ima takovih načina razvijanja, da možemo postići vrlo fino zrno. Ipak je veličina takovog zrna razmjerno velika prema veličini pojedinih dijelova snimljene snimke. Tako je na pr. slika glave čovjeka, kojega smo snimili iz daljine od 50 metara manja od zrna ili makar tako velika kao što je zrno srebra na izrađenoj emulziji. Posljedica je toga, da na takovom filmu ne možemo dobiti oštru sliku te glave. Rastvorba slike na emulziji filma nije dovoljna i ona daleko zaostaje iza savršenosti današnjih objektiva. Zbog toga treba se čuvati snimaka iz velike daljine, ako želmo imati na filmu snimljene detalje.

Vrlo je važno kuda ćemo se n a m j e s t i t i s a p a r a t o m, da snimka poslije kod projekcije dobro djeluje na gledaoca. Treba mnogo vježbe, da gledajući na tražilo možemo prosuditi i z r e z s l i k e. Kad gledamo prostim okom često nam se nešto vrlo sviđa, ali uvijek treba imati na umu, da objektiv ne može uhvatiti sve ono, što mi našim okom vidimo, pa je početnik često vrlo iznenađen, kad gleda snimku kod projekcije, a ona ne pokazuje ono, što je kod snimanja vidio i zbog toga očekivao, da će biti na film snimljeno. Onome, koji se je bavio fotografijom kroz dulje vremena, taj je posao mnogo olakšan, jer mu je oko već u tom pogledu izvježbano.

Kad smo odabrali mjesto odakle ćemo snimati, treba držati uvijek na umu, da a p a r a t m o r a s t a j a t i h o-

rizontalno, osobito u onom slučaju, ako želimo za vrijeme snimanja okretati aparat, da dobijemo panoramasnimke. Objektiv aparata sličan je našem oku, koje je upereno nepomično u jednu točku, pa zbog toga nastaje na filmu sličica, čije su granice točno određene. Kažemo, da svaki objektiv ima neki određeni vidni kut. Tu sličicu, koja nastaje na filmu ne možemo direktno promatrati, nego je na aparatu namještena posebna sprava, t. zv. tražilo, u kojem vidimo istu onu sličicu, koja nastaje i na filmu.

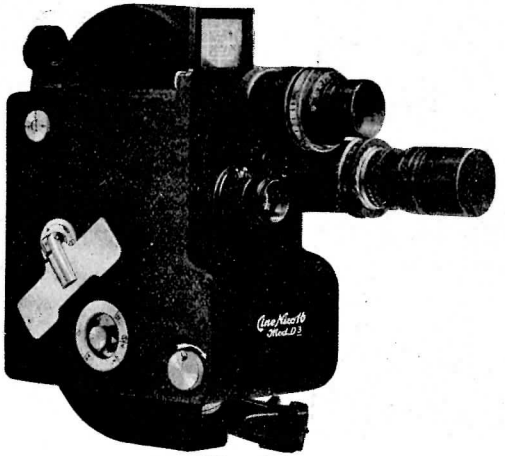
Dobro je da se jedanput kod našega aparata uvjerimo, da li su te dvije slike zbilja identične. To ćemo učiniti tako, da načinimo posebnu pokusnu snimku. Postavit ćemo naš aparat tako, da je na pr. slika u tražilu s lijeve i desne strane omeđena upravo s dva telegrafska stupa, koji se nalaze uz cestu. Izrađeni film pokazat će nam, da li slika na filmu potpuno odgovara slici u tražilu. Uvijek je bolje, da tražilo pokazuje nešto manju sliku, nego što je ona na filmu.

Ako se predmet, koji snimamo nalazi vrlo blizu objektiva, ne može se podudarati slika ni u najboljem tražilu sa slikom na filmu. Zašto je tako, bit će svakome jasno, ako samo malo promisli. Objektiv i tražilo ne »gledaju« predmet, koji snimamo s istoga mjesta. Tražilo namješteno je na aparatu nešto više, a često i postrance od objektiva. Nalazi li se na pr. glava neke osobe upravo pred objektivom u udaljenosti 1 metar, vidjet ćemo u tražilu glavu pomaknutu nešto na stranu, ako je tražilo smješteno postrance od objektiva. Zbog toga treba iskušati, na kojem mjestu tražila moramo vidjeti glavu, koja se nalazi upravo pred objektivom u udaljenosti 1 metar, ako želimo, da ona na filmu bude upravo u sredini. Jasno je, da se slika u tražilu podudara sa slikom na filmu samo kod objektiva, koji ima neku određenu fokalnu udaljenost. Promijenimo li objektiv,

treba također izmijeniti i tražilo. Mjesto toga možemo također načiniti iz papira male okvire, koji zasjene jedan dio slike uz rub tražila, ako upotrebljavamo objektiv veće žarišne daljine.

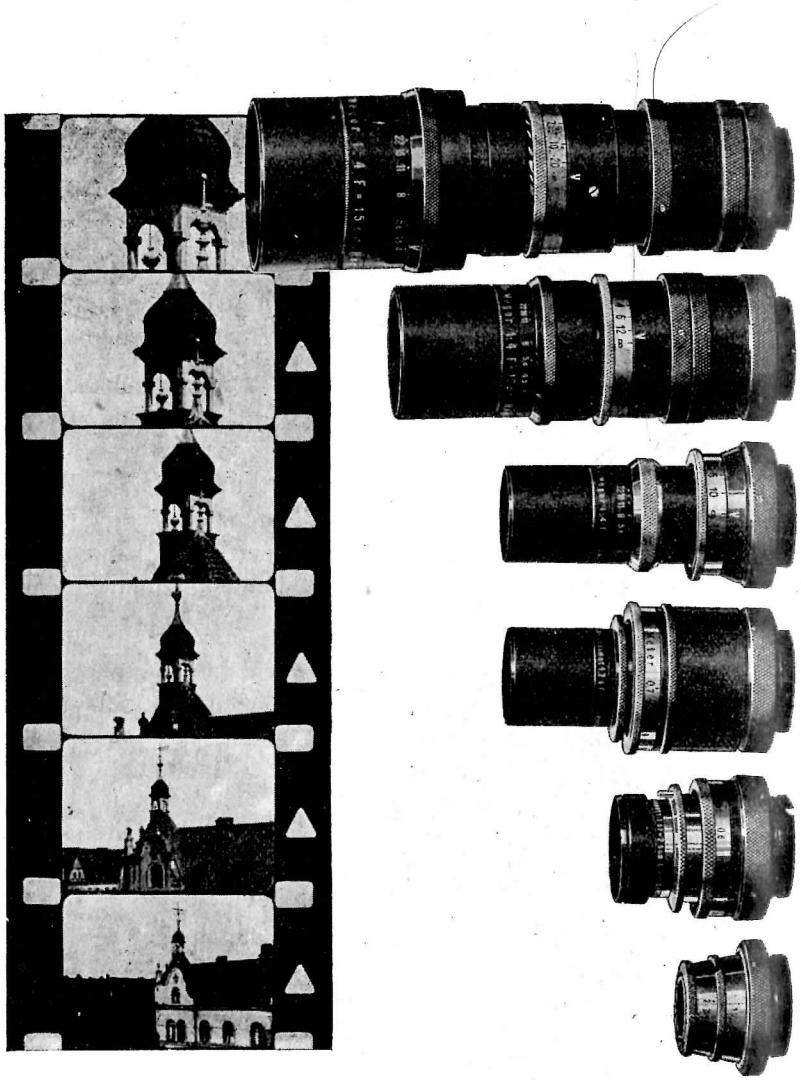
Slika 141.

Mnogi amaterski kinoaparati za snimanje konstruirani su tako, da se ne može mijenjati daljina objektiva od filma i time udešavati oštrina filmske sličice predmeta, koji snimamo. Ti su objektivi redovno vrlo male fokalne daljine, a udešeni su tako, da daju oštru sliku svakog predmeta, koji se nalazi pred aparatom (slika 141.) u udaljenosti većoj od 2 do 3 metra. To su t. zv. fiks-fokus objektivi. Takav objektiv nije udešen na »neizmjernu da-



Slika 142.

ljinu«, jer takova slika vrlo dalekog predmeta ne može i tako biti potpuno oštra, kako smo to prije rastumačili zbog



Slika 143.

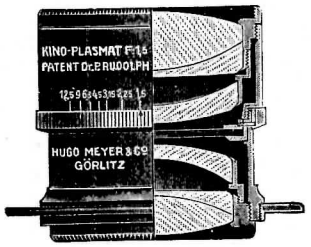
zrna srebra. Takovi objektivi daju oštre slike svih onih predmeta, koji su udaljeni od aparata 2 do 40 metara.

Često je potrebno, da na aparatu možemo mijenjati objektiv i upotrebiti objektive različite žarišne daljine, kako bi veličinu slike prilagodili prilikama uz koje snimamo. Na slici 143. vidimo s istoga stanovišta snimljen isti predmet s objektivima različitih žarišnih daljina (Hugo Meyer u. Comp. Görlitz). Ta nam slika pokazuje jasno, da je vidno polje to manje, ali zato slika predmeta to veća, što je veća žarišna daljina objektiva. Objektiv s malom žarišnom daljinom ima dakle mnogo veći vidni kut, pa zato daje na slici mnogo veći izrez, ali su svi predmeti maleni. Želimo li dakle s takovim objektivom dobiti veliku sliku predmeta, moramo ga snimiti iz blizine. Posljedica je toga, da su blizi predmeti veliki, a nešto malo udaljeniji predmet već je vrlo malen, pa takova slika ima lošu perspektivu.

Slika 144.

Zadnja slika snimljena je s objektivom Plasmat (H. Meyer) sa žarišnom daljinom 15 mm. Vidimo, da je na filmskoj sličici prikazana cijela crkva. Što je žarišna daljina veća na pr. Plasmat F= 25 mm i Plasmat F = 50 mm, dolazi na filmsku sličicu sve manji dio crkve, ali se zato bolje raspoznaju na slici pojedinosti. Gornje tri slike snimljene su s teleobjektivom Telemegor (H. Meyer) koji imaju redom žarišne daljine F = 75 mm, F = 100 mm, F = 150 mm. Te nam dakle slike pokazuju koliko je važno, da odaberemo objektiv zgodne žarišne

daljine, ako želimo u izvanrednim prilikama dobiti dobre slike. Redovno može amater sve svoje snimke dobro izvesti s objektivom, koji ima žarišnu daljinu 50 mm. (slika 144., 145. i 146.). Objektive s velikim žarišnim daljinama,



Slika 145.

Slika 146.

teleobjektive, moramo upotrebiti u slučaju ako ne možemo dovoljno blizu do predmeta koji snimamo, na pr. kod plivačkih utakmica, ako moramo snimati s obale, kod konjskih utrka, ako snimamo životinje u prirodi itd.

4. NITRAPHOT ŽARULJA

Želimo li snimati u sobi bit će jakost rasvjete po danu i ako upalimo običnu sobnu rasvjetu preslaba. Treba umjetnu rasvjetu pojačati. U tu svrhu upotrebljavaju se Nitraphot žarulje (Tungsram, Osram), koje možemo priključiti na svaku priključnu kutiju u stanu. Ako je napetost mreže 220 volta, možemo na normalni osigurač od 6 ampera priključiti i dvije takove žarulje. Staklena kruška takove žarulje je na prednjoj strani matirana, jer je time slika mnogo jednoličnije rasvijetljena, a dobivene slike nisu tvrde i nemaju oštre sjene, kako se to dobiva kod magnezijeve rasvjete. Žarulja bit će još bolje iskorištena, ako je smjestimo u dobar reflektor. Svjetlost tih žarulja osobito

je jaka u žutozelenoj boji, pa je moguće na ortohromatskom materijalu vrlo vjerno reproducirati boje i bez žutoga filtera na objektivu.

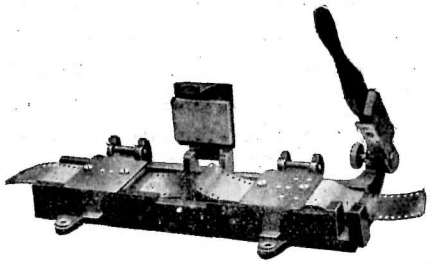
Loša je strana tih žarulja, da gore ukupno poprečno samo 100 sati, jer su električki vrlo preopterećene. Zbog toga treba upaliti žarulje samo za vrijeme snimanja. Mali račun će nam pokazati, da ipak možemo dosta iskoristiti takovu žarulju. Ako računamo, da za snimku na 12 metara filma trebamo po prilici 2 minute, to možemo s takovom žaruljom snimiti 1800 metara filma, ako pretpostavimo, da kod svake snimke žarulja gori 4 minute. Takove žarulje troše 500 vata električne energije.

5. PRIPREMANJE FILMA

Rijetko kada ćemo moći prikazivati amaterski film onim redom, kako smo ga snimali i razvili. Prikazivanje će mnogo bolje uspjeti, ako pojedine scene skratimo i promijenimo njihov poredak, ako umetnemo napise i eventualno zgodne risarije, karte itd. Takav posao je vrlo lagan, samo treba da dobro poznamo sadržaj filma. Prije nego pristupimo uređivanju filma treba ga dakle nekoliko puta projicirati, da ga dobro upoznamo. To možemo učiniti i kod danje svjetlosti, ako projiciramo iz blizine tj. na malu površinu.

Kod toga posla treba znati film lijepiti. Najbolje je upotrebljavati ono lijepilo, koje tvornica preporuča. Lijepila su uvijek tako sastavljena, da otapaju film. Budući da na filmu imamo dva sloja, koji imaju sasvim različita svojstva, tj. želatinu, koja u vodi bubri, a u toploj vodi se dapače otapa i sloj, koji fotografsku želatinu nosi i koji nije u vodi topiv, treba želatinu najprije otstraniti, ako želimo film lijepiti. U tu svrhu treba želatinu smočiti, pa ćemo je lako moći ostrugati. Svakako treba vrlo dobro taj

sloj skinuti, jer on nije topiv u ljepilu za film. Kad smo taj sloj skinuli treba paziti, da se dobro osuši, jer se filmsko lijepilo ne miješa s vodom. Ako je film kod lijepljenja mokar ne će takovo mjesto nikada dobro prihvatiti i kod projekcije će se redovito razlijepiti.



Slika 147.

Naročito treba paziti, da se za lijepljenje ne upotrebi ni previše ni premalo lijepila. Ako uzmemo premalo lijepila, ne će se otopiti dosta filmske mase, pa ne će mjesto dobro prihvatiti, ako opet uzmemo previše lijepila, rastopit će se previše filmske mase, pa će se film na tom mjestu izobličiti i kod projekcije ne će moći bez zapreke proći kroz vratašca projekcionog aparata. Na takovom mjestu film će se prekinuti. Osim toga moramo lijepljeno mjesto dobro stisnuti, dok se lijepilo ne posuši i paziti, da rupice perforacije dobro pristaju, jer inače film ne će moći prolaziti preko transportnih valjaka. U tu svrhu vrlo je zgodno upotrebljavati posebne preše, jer je time posao vrlo olakšan (slika 147.).

6. SNIMANJE NATPISA

Za taj posao može se dobiti iz tvornice posebne uređaje ili možemo dati napise izraditi u tvornici, koja nam razvija snimljeni film. Ako želimo sami izrađivati napise možemo zato upotrebiti aparat za snimanje. Predložak napisa treba staviti toliko blizu kameri, koliko to njezin objektiv dozvoljava. Možemo u tu svrhu upotrebiti i posebne leće, koje stavimo na objektiv. Kako velik mora

biti predložak najbolje je odrediti pokusom, premda se također može i izračunati, ako znamo žarišnu daljinu objektiva i veličinu slike. Najjednostavnije je, ako snimimo arak milimetarskog papira, na kojem smo označili skalu brojkama. Ovaj nam pokus ujedno pokazuje, koliko se tražilo podudara sa slikom na filmu.

Same natpise možemo napisati na bijeli papir s tušem ili možemo upotrebiti slova, koja se mogu složiti na papir. U tom slučaju je zgodno, ako papir stoji horizontalno, a kamera je namještena vertikalno iznad papira. Na taj način možemo lako snimiti natpise, koji kod projekcije nastaju. Treba samo dodavati redom slovo po slovo i svaki put snimiti nekoliko sličica. Na slični način možemo snimiti različite risarije, a osobito zgodno je na pr., kod putnoga filma snimiti geografsku kartu, na kojoj je označen cijeli put.

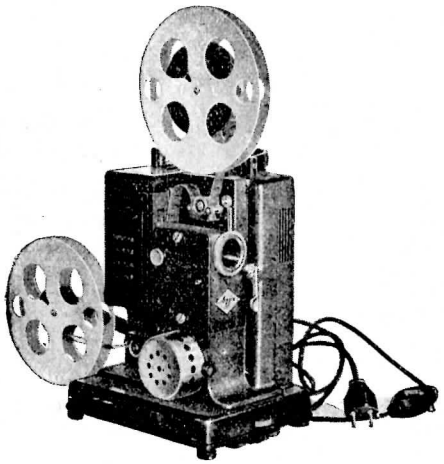
Koliko filma moramo snimiti za pojedine naslove vidi se iz slijedeće tabele.

Broj slova	Duljina filma	Broj redaka
do 8	20 cm	1 riječ
20	40 cm	1—2 retka
36	60 cm	2—3 „
55	80 cm	3—4 „
75	100 cm	4—6 „

7. PROJEKCIJA AMATERSKOG FILMA

Želimo li bez smetnja projicirati naše snimljene filmove, treba steći neko iskustvo. Nije dovoljno poznati samo konstrukciju aparata, na taj način da proučimo opis, koji smo dobili kad smo kupili aparat, nego treba projicirajući filmove steći toliko iskustvo, da možemo kod bilo kakove pogrješke odmah istu pronaći i ispraviti. Samo tako bit će zadovoljni oni, koji gledaju projekciju filma. Slike 148. i 149. prikazuje modele amaterskih projektora.

Prije nego postavimo aparat, treba odlučiti kako velika mora biti slika u onim prilikama uz koje projiciramo i iz koje daljine moramo projicirati. Prema daljini treba odabrati fokalnu daljinu na projektoru. Obično amaterski projektori imaju objektive sa žarišnim daljinama 35 mm, 50 mm i 65 mm. Kakav je odnošaj između žarišne daljine, veličine slike i daljine iz koje projiciramo opisali smo na strani 57. Kraj toga treba imati uvijek na umu, da će jakost rasvjete slike biti veća, ako je slika manja.

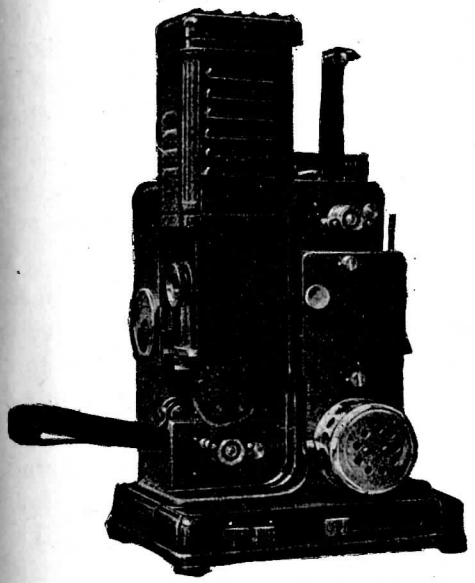


Slika 148.

Zgodno je, ako možemo aparat tako postaviti, da se on nalazi iza gledaoca. Ako upotrebimo objektiv sa žarišnom daljinom 50 mm, bit će to u većini slučajeva moguće. Ako upotrebljavamo objektiv sa žarišnom daljinom 65 mm, treba za svaki metar širine slike ići za 6,5 metara dalje s projekcionim aparatom.

Kod amaterske projekcije vrlo je važno, da uzmemo u obzir sve ono, što smo kazali na strani 63 o projekcionom zastoru, jer je rasvjeta amaterskog filma uvijek mnogo slabija nego u kinokazalištu, pa zato moramo udesiti tako, da imamo što manje gubitke svjetlosti. Projekcioni zastor mora u svakom slučaju biti što ravniji, neprozirniji i ne smiju se vidjeti ona mjesta, gdje je platno bilo složeno. Onaj tko si je nabavio aparat za snimanje i za projekciju

ne smije štediti, nego si mora nabaviti i dobar projekcioni zastor, jer će samo onda biti zadovoljan s projekcijama svojih filmova. U stanu možemo vrlo lako naći mjesto, gdje ćemo objesiti takov zastor, a dobiva s i takove zastore, koje se može svagdje postaviti.



Slika 149.

Prije nego aparat priključimo na priključnu kutiju električne instalacije, treba se uvjeriti, da li je aparat udešen za napetost njezinu. Napetost mreže možemo najlaglje ustanoviti, ako pogledamo napis na električnoj žarulji ili na brojilu. Napisi na priključnim kutijama nam ništa ne kažu o napetosti mreže, jer ona oznaka, koja se na njima nalazi, veli nam samo, do koje napetosti materijal izolira.

Osim toga potrebno je ustanoviti, da li su osigurači u redu i da li na istom krugu struje nisu priključene žarulje, koje gore u isto vrijeme, kad mi želimo projicirati. U takovom slučaju bit će taj strujni krug preopterećen, pa će nam eventualno u sredini projekcije pregoriti osigurač. Takav slučaj je vrlo neugodan, jer treba s projekcijom prestati, tražiti pregorjeli osigurač i zamijeniti ga s novim. U tu svrhu dobro je uvijek imati nekoliko

čepova za osigurače i spremiti u kutiju projekcionog aparata.

Često je zgodno projekcioni aparat priključiti na kutiju u pokrajnoj sobi, pa zato treba uzeti sa sobom 10 do 20 metara žice.

Kada smo ovako udesili sve s obzirom na električne prilike, treba staviti projektor u gibanje bez filma, da vidimo, da li će slika padati u sredinu zastora, da li je slika dosta velika ili je možda zastor premalen. Najbolje je ako je projekcioni aparat tako namješten, da je njegov objektiv upravo u visini sredine projekcionog zastora, jer inače može slika biti izobličena. Vrlo je važno također, da je stol na kojem stoji projektor stabilan i čvrst, jer će se inače slika tresti kod projekcije.

Prije nego stavimo film u projekcioni aparat treba pogledati, da li je film pravilno namotan na kolut. Najjednostavnije je uzeti kolut u desnu ruku i lijevom izvući toliko filma prema gore, dok se ne pojavi napis. Ako gledamo na onu stranu filma, koja je namotana na unutrašnju stranu, mora slika biti uspravna i s obzirom na strane ispravna. Ako slika stoji na glavi, nije taj kolut premotan nakon zadnje projekcije. Ako su strane izmijenjene, a slika inače stoji uspravno, to je kod prematanja na unutrašnju stranu stavljena kriva strana. Takav se film može projicirati, jer se koluti mogu preokrenuto staviti u mnogi projektor. Kod transportnih valjaka treba ostaviti tolike petlje, kako to konstrukcija pojedinih aparata zahtijeva.

Reostat za promjenu brzine motora treba namjestiti tako, da je brzina aparata normalna. Ako je otpor reostata prevelik može se dogoditi, da motor ne može krenuti, pa se u tom slučaju pojedini dijelovi aparata vrlo jako griju, jer motor tjera i ventilator, koji ih hladi. Kad je aparat u pogonu treba odmah namjestiti oštrinu slike. Ako smo

upotrebili jednaku vrst filma za cijeli kolut i ako nema umetaka kopija, bit će slika cijelo vrijeme oštra. Važno je, da se objektiv ne može micati u cijevi zbog toga što se aparat za vrijeme projekcije nešto trese. Potpuno isušeni i svinuti film ne možemo potpuno oštro ni u kojem slučaju projicirati. Takovi koluti bit će ravni, ako ih namotamo sa slojem prema van i pustimo nekoliko dana stajati u vlažnome zraku.

Kod projekcije nije zgodno upotrebljavati veću frekvenciju slika, nego što je bila kod snimanja, jer je gibanje prikazano na filmu vrlo neprirodno.

Poznata je činjenica, da prematanje filma često više oštećuje film, nego sama projekcija. Tko želi sačuvati svoj film, neka zato premata film na posebnim aparatima za prematanje, kako se to čini u kinokazalištu, premda je mnogo komotnije, ako se to čini na projektoru s motornim pogonom. Film mora biti na početku i kraju jednako čvrsto namotan, a to kod namatanja s motorom projektora nije moguće, jer promjer filmskog koluta postaje sve veći, pa je i napetost filma sve veća. Najopasnije je, ako se film pomiče kad je već namotan, jer u tom slučaju mrvice prašine mogu vrlo jako oštetiti fotografsku emulziju.

8. OZAPHAN-FILM

Ozaphan-film (Agfa) je novi filmski materijal, koji ima vrlo malu osjetljivost, ali ima prema svim fotografskim emulzijama sa solima srebra tu prednost, da se slika može mnogo jače povećati. Zadnje vrijeme su fotografska svojstva Ozaphan-filma jako usavršena, pa ga je bilo moguće uvesti u kinematografiju s uskim filmom. Cijena Ozaphan kopija je po prilici samo $^1/_5$ obične pozitivne kopije, pa je zato taj materijal vrlo zgodan za amatersku kinematografiju.

Kemizam ovoga postupka bitno se razlikuje od obične fotografije. Kao podloga ovoga filma služi c e l o f a n, koji je vrst hidroceluloze, koja propušta vodu i može bubriti. Lakiranjem može se mehanička čvrstoća toliko povećati, da takav film s debljinom 0,06 do 0,07 mm potpuno odgovara potrebama projekcije s uskim filmom. Kao supstancija osjetljiva za svjetlost upotrebljavaju se kod toga postupka diazospojevi, koji s nekim organskim preparatima (fenoli, amini) stvaraju boje, ako ih prije djelovanjem svjetlosti ne uništimo. Celofan se dakle natopi s kojim diazo-spojem i nekom fenol- ili amino-rastopinom. Kad se takav film posuši, osvijetli se kroz diapozitiv. Što je jače djelovanje svjetlosti, raspada se više diazo-spoj, pa je i toliko slabije razvijanje boje kod postupka, koji je analogan razvijanju fotografske emulzije. Taj film treba nakon osvjetljenja kupati u lužini (na pr. sodi) ili ga izvrgnuti djelovanju amonijakovih para. Ovaj posljednji postupak je osobito zgodan, jer se film ne smoči, pa ga ne treba nakon toga sušiti. Zbog niske cijene celofana, upotrebljenih spojeva i amonijaka takovi su pozitivi vrlo jeftini. Iskustvo je pokazalo, da treba izvesti najprije posebne dijapozitive, koji na ozaphan-filmu daju vrlo dobre kopije. Karakteristično je dakle za taj postupak, da treba velikom pomnjom i vještinom izvesti najprije dijapozitiv, od kojega se onda vrlo jednostavno i jeftino može kopirati po volji mnogo kopija na Ozaphan-filmu. Iz svega toga možemo zaključiti, da je taj postupak vrlo zgodan za jeftino umnažanje filmova u većoj nakladi i da se to može najbolje izvesti u tvornici. Amater može na taj način nabaviti kulturne ili propagandne filmove, a osobito je takav film zgodan za školu i poslovnu reklamu. Zbog toga, jer je film vrlo tanak, treba nešto preudesiti vratašca kod projektora. Mnoge tvornice projektora za uski film izradile su projektore tako, da se

vratašca mogu promijeniti ili se može pritisak na saonicama u vratašcima povećati.

Kolut, na koji možemo namotati 120 metara običnoga uskog filma, može sasvim lako primiti do 250 metara Ozaphan-filma. Osim toga teže se ošteti slika na tom filmu, jer ona nije samo na površini, kao što je to kod obične fotografske emulzije, nego je boja upita u sam sloj celofana.

VIII. OSNOVI ZVUČNOGA FILMA

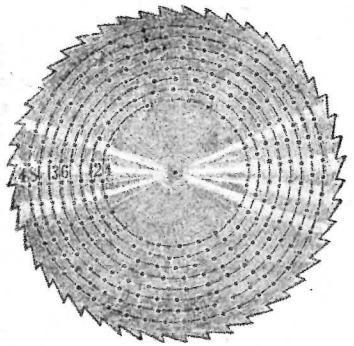
1. AKUSTIČKI POJAVI.

Zvučni titraji, koji se šire od glazbenih instrumenata ili iz ustiju govornika mnogo se puta transformiraju, dok u kinokazalištu reproducirani u projekcionom aparatu dođu do našega uha opet kao zvučni titraji. U najkraćim potezima možemo taj postupak opisati ovako: Glazbeni instrumenti u orkestru proizvode titraje, koji se šire kroz zrak i dolaze do membrane u mikrofonu, pa ona počne titrati. Ovo mehaničko gibanje membrane proizvodi u krugu mikrofonske struje izmjeničnu struju, tj. nastaje električna energija. Tu struju možemo u pojačalu s elektronskim cijevima pojačati i s njome djelovati na jakost nekog izvora svjetlosti. Svjetlost toga izvora pada na filmsku emulziju, pa će ona nakon razvijanja biti na različitim mjestima različito tamna, prema tomu kolika je bila jakost svjetlosti na pojedinim mjestima. Vidimo dakle, da se je kod snimanja zvuka pretvorla mehanička energija u električnu, ova u energiju sijanja, a ta konačno u kemijsku energiju.

Kod projekcije filma pada na onaj dio vrpce, gdje je upisan zvuk trak svjetlosti, pa kroz njega prolazi više ili manje svjetlosti, prema tome koliko je pocrnjenje filmske

emulzije. U zgodnoj aparaturi ta se promijenljiva jakost svjetlosti pretvara u izmjenične struje, koje se nakon pojačanja dovode zvučniku, gdje se zbog gibanja membrane pretvaraju natrag u početni oblik energije tj. u zvuk.

Tehnika zvučnog filma morala je izraditi metode za ovo pretvaranje jednog oblika energije u drugi tako, da bude u projektoru reproducirani ton što vjerniji onome tonu, koji je proizveden kod snimanja zvuka. Da možemo protumačiti i shvatiti osnovne principe, na kojima se sve to osniva, moramo se zadržati kod nekih akustičkih pojava.



Slika 150.

Titraji, koji nastaju na izvoru zvuka prenose se na okolišni zrak, pa u njemu nastaju zgušćaji i razređaji, tj. u zraku se neprestano tlak i gustoća od mjesta do mjesta pravilno mijenjaju. Čestice zraka giblju se amo i tamo u smjeru, kojim se titranje širi oko svoga položaja ravnoteže. Takovo se titranje u fizici zove longitudinalno titranje. Svaka čestica prevali kod toga gibanja vrlo mali put, pa je i kod najjačeg zvuka amplituda titraja nekoliko tisućina milimetra. Zbog toga je naravno i promjena tlaka zraka vrlo malena.

Svaki ton je karakteriziran: visinom, jakošću i bojom. Već odavna je poznato fizičarima, da se tonovi šire titrajima i da je visina tona ovisna o broju titraja u sekundi, a jakost tona o amplitudi tih titraja. Tek početkom XIX. stoljeća uspjelo je nauci, da odredi apsolutni broj titraja za pojedine tonove. Najjednostavnije može se

to učiniti s Cagniard de la Tour-ovom sirenom (slika 150.). Na okrugloj kovnoj ploči izbušene su na periferiji kruga rupice u jednakoj međusobnoj daljini. Ako takvu ploču oko njezinoga središta brzo okrećemo, a prema nizu rupica upravimo struju zraka, ćut ćemo ton. Broj titraja, zbog kojih nastaje taj ton možemo lako izračunati iz broja rupica i broja okretaja ploče. Broj titraja nekoga izvora ćemo sirenom odrediti na taj način, da povećavamo broj okretaja sirene dotle, dok visina njezinoga tona ne bude ista kao i kod onoga izvora, kojemu ispitujemo broj titraja.

Slika 151.

Broj titraja glazbene viljuške možemo odrediti na taj način, da na jedan kraj viljuške pričvrstimo fini šiljak i njime vučemo po počađenoj ploči (slika 151.), dok viljuška daje ton, tj. dok titra. Šiljak na viljuški opisat će nam krivulju, koju vidimo na slici 151., a zove se u nauci sinusoida.

Na internacionalnom kongresu glazbenika u Wienu godine 1881. sporazumno je određeno, da se za temelj glazbene ljestvice ima uzeti jednom potcrtani a, a to je onaj ton, koji nastaje, ako izvor zvuka titra sa 435 titraja na sekundu. To je t. zv. komorno a. Interval tonova, koji se u glazbi naziva oktava, određen je tako, da se broj titraja takovih tonova mora odnositi kao 1 : 2, kod kvinte kao 2 : 3 itd.

Gotovo svi glazbeni instrumenti titraju tako, da osim temeljnog tona proizvode i druge tonove, kojima je broj titraja uvijek cijelobrojni mnogokratnik temeljnoga tona.

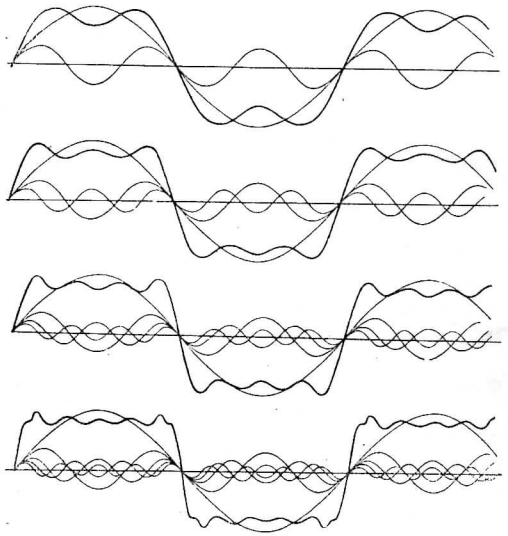
Ti se tonovi zovu v i š i h a r m o n i č k i. Koji se ton od tih viših harmoničkih javlja i kolika je jakost tih pojedinih viših tonova, određuje b o j u t o n a. Prema boji tona možemo prepoznati, da li neki ton dolazi od gusala ili trompete i ako su oni jednako jaki i jednake visine. Gudalački instrumenti su osobito bogati na višim harmoničkim tonovima, jer na pr. kad zvuči g-žica gusala titra još i 15. viši harmonički ton. Titraji žice prenose se kod gudalačkih instrumenata na samu drvenu konstrukciju, a kod duvačkih instrumenata titra samo onaj zrak, koji je zatvoren u cijevi instrumenta. Analiza boje tona kod pojedinih instrumenata pokazuje, da na pr. kod klarineta titra osobito jako 8., 9. i 10. viši harmonički ton, a kod oboje je osobito jak 4. i 5. viši harmonički ton itd.

Ako kod reprodukcije nekoga tona nisu odnošaji među pojedinim višim harmoničkim tonovima isti kao kod originalnoga tona, reprodukcija je i s k r i v l j e n a. Prema tome vidimo, da je jedna od najvažnijih zadaća tehnike pojačavanje i u opće reprodukcije tonova, da sve aparate udesi tako, da odnošaj viših harmoničkih tonova ostane isti, tj. da se boja tona ne promijeni. Prije smo kazali, da se u glazbi upotrebljavaju tonovi do frekvencije 4000. Želimo li te tonove vjerno prenijeti mora aparatura reproducirati vjerno i više harmoničke tih visokih tonova. Praksa je pokazala, da za potpuno vjernu reprodukciju treba neiskrivljeno prenijeti tonove s frekvencijom do 10.000 Hz.

Slika 152.

Titraje jednostavnog tona možemo prikazati sa sinusovom linijom, kako je prikazano na slici 152. Ako je ton složen iz temeljnoga tona i njegovih viših harmoničkih ta je krivulja mnogo komplliciranija. Na slici 153. prikazani su titraji, koji nastaju, ako izvor zvuka titra s temeljnim tonom i s nekim harmoničkim

tonovima. Titraji pojedinih tonova prikazani su tankom crtom, dok je složeni titraj izvučen debljom crtom. Ima aparata, koji nam mogu ubilježiti titraje svakoga tona. Slika 154. prikazuje nam tako ubilježene tonove za izgovorene vokale »a«, »i«, a slika 155. za nekoliko konzonanata.

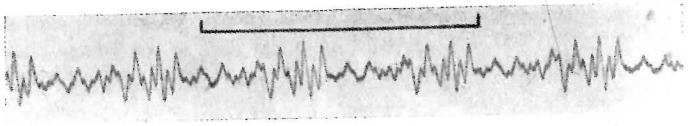


Slika 153.

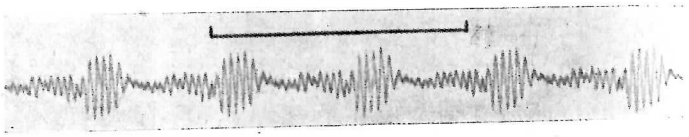
Frekvencije, koje su potrebne za vjerni prenos govora podudaraju se po prilici s onima za prenos glazbe. Temeljni ton muškog glasa ima po prilici 130 Hz, a ženski i dječji glas je po prilici za jednu oktavu viši (260 Hz). Već je H e l m h o l t z utvrdio, da je svaki glas u govoru označen s određenim područjem frekvencije, koje se naziva u nauci f o r m a n t o m toga glasa. Ova čudna činjenica se može rastumačiti time, što se kod izgovaranja svakog pojedinog glasa posebno namješta usna šupljina i grlo, pa uzduh, koji se nalazi u toj šupljini izvodi posve određene

titraje. U području frekvencije formanta javljaju se i viši harmonički tonovi osnovnog tona, koji ovise o obliku usne šupljine i grla, pa sudjeluju kod stvaranja pojedinoga izgovorenoga glasa.

Tako na pr. formant vokala a seže od 850 do 950 Hz. Taj interval određuje u glavnome jakost vokala a bez obzira na to da li taj vokal govorimo, ili ga pjeva bas ili sopran. Osnovni ton je naravno drugi kod basa i kod soprana.



Vokal a (185 Hz)

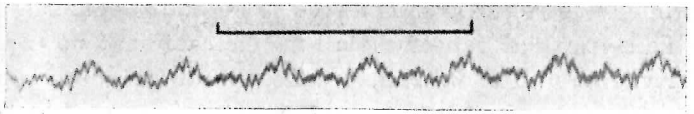


Vokal i (195 Hz)

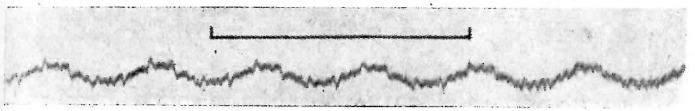
Slika 154.

Slike 154. i 155. pokazuju titraje koji nastaju, kad izgovaramo pojedine vokale i konzonante. Te slike dobijemo pomoću mikrofona i oscilografa, koji ćemo još kasnije opisati. Vidimo jasnu razliku u titrajima kod vokala i konzonanta. Kod vokala opažamo strogo periodično ponavljanje titraja i veliku pravilnost. Kod konzonanata te pravilnosti nema.

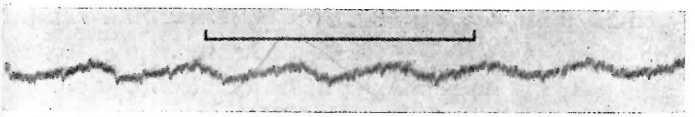
Kako smo već spomenuli potrebno je za potpuno vjerno reproduciranje glazbe i govora kod zvučnoga filma, da aparatura ne priguši titraje sve do frekvencije 10.000 Hz zbog toga, jer se javljaju tonovi s tako visokim višim



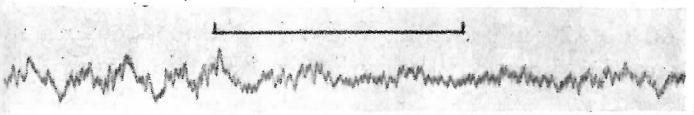
Konzonant l (266 Hz)



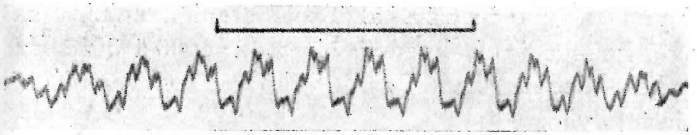
Konzonant m (248 Hz)



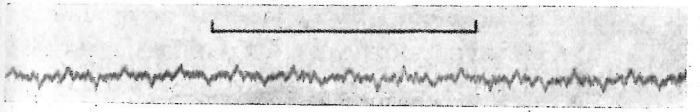
Konzonant n (264 Hz)



Konzonant r (uvular) (260 Hz)



Konzonant r (lingual) (454 Hz)



Konzonant s (6000 Hz)

Slika 155.

harmoničkim tonovima. Iskustvo je međutim pokazalo, da se redovito kod reprodukcije zvučnoga filma, ne opaža iskrivljenje ni u onom slučaju, ako aparatura dobro reproducira tonove do frekvencije 8000 Hz, dapače i do 5000 Hz. I u tom slučaju su vokali još potpuno jasni, a boja glasa pojedinog govornika ostaje nepromijenjena, tek se može dogoditi, da veoma oštri konzonanti s i f budu nešto iskrivljeni.

Ako pogledamo pretvorbu energije kod prenosa govora vidjet ćemo, da se tu radi o minimalnim množinama energije. Snaga, koju razvijemo kod običnoga govora iznosi po prilici 10 mikrovata (mikrovat = milijuntina vata). Kad bismo htjeli proizvesti govorom onu množinu električne energije, koja je potrebna, da užari jednu običnu električnu žarulju, morali bi pretvoriti u električnu energiju onu množnu energije, koja nastaje kad istodobno govori 100.000 ljudi. Kod jačega naglaska pojedine slovke troši se 60 do 120 mikrovata. Kod vrlo glasnoga govora može se postići kroz kratko vrijeme 1000 do najviše 2000 mikrovata.

Ton neke određene visine možemo čuti, ako je jakost njegova iznad neke minimalne energije, koja se naziva granica podražaja. Ta je granica najniža za tonove, kojima je frekvencija između 1000 i 3000 Hz. To drugim riječima znači, da je uho za tonove tih visina najosjetljivije.

U nauci je uvedena jedinica za mjerenje jakosti tona, koja se osniva na mjerenju tlaka, koji proizvede zvuk, koji pada na neku plohu. Ta se jedinica zove 1 bar, a mjeri se u dinima po cm². Jedan din je približno sila, kojom tlači na svoju podlogu 1 miligram. Normalni tlak atmosferskog zraka je 1 kg na cm² (1 atmosfera), pa možemo kazati također, da je tlak zraka 1 megabar (milijun bara).

Točna naučna mjerenja su pokazala, da je normalno uho najosjetljivije u prije spomenutom području, pa da granica podražaja leži kod 0,0005 bara. Kod tonova veće i manje frekvencije ta se granica brzo povisuje, pa iznosi na pr. kod 100 Hz 0,001 bara, kod 60 Hz već po prilici 0,1 bara. Kod najviših tonova, a isto tako i kod najnižih, koje naše uho još osjeća granica podražaja je kod 10 bara.

Ako povisujemo jakost tona neprestano, javlja se osjećaj bola. Granica osjećaja leži između 10 i 1000 bara, već prema visini tona. Granica osjećaja boli ima najveću vrijednost kod po prilici 700 Hz, tj. naše uho podnaša kod te visine tona najveću jakost.

U djetinjoj dobi uho osjeća titraje s frekvencijom od 20.000 Hz još kao ton, ali u starijim godinama ta je granica sve niža. Kod starosti od 50 godina jedva čujemo još ton od 13.000 Hz. Najniži ton, kojega uho još osjeća kao zvuk jest po prilici 16 Hz.

Razliku u jakosti tonova određujemo decibelima (db), a ona je jednaka logaritmu omjera energija obiju tonova pomnoženom s 10. Budući da je energija zvuka proporcionalna kvadratu tlaka zvuka mjerenog u barima, to možemo razliku u decibelima izjednačiti logaritmu omjera onih brojeva, s kojima su karakterizirani tonovi u barima, pomnoženom s 20. Prema ovoj definiciji odgovara dakle omjeru jakosti tona 1 : 10 razlika od 10 decibela, omjeru od 1 : 2 razlika od po prilici 3 db. Ako je naprotiv razlika u jakosti tona 20, 30, 40 ili 50 db, odgovara to omjeru energija tih tonova 1 : 100, 1 : 1000, 1 : 10000 i 1 : 100000. Razlika u jakosti tona 1 db ili kako često nazivaju 1 fon, je po prilici najmanja razlika u jakosti tona, koju još naše uho može jasno razlikovati.

Razlika u jakosti tona simfonijskog orkestra, tj. razlika između najjačeg fortisima i najtišeg pijanisima iznosi po prilici 50 db.

Često se označuje apsolutna jakost zvuka brojem onih decibela, za koje taj zvuk nadmašuje svojom jakošću onu jakost tona, koju naše uho upravo još može osjetiti. Ta je granica po prilici 70 db ispod one jakosti zvuka, koja odgovara tlaku zvuka 1 bar. Mjerenja su pokazala, da smetnje, koje nastaju u kinokazalištu zbog nemira publike, šuma ventilatora itd. iznose dapače često i 40 db. Zbog toga je potrebno, da bude jakost najslabijega tona u zvučniku najmanj 40 db iznad najslabijega tona, kojega uho može još osjetiti.

Jakost zvuka opada vrlo brzo na otvorenome prostoru, ako se udaljujemo od izvora zvuka. Ako se nalazimo u dvostrukoj daljini jakost je zvuka samo $^1/_4$, ako se nalazimo u trostrukoj daljini jakost je samo $^1/_9$, tj. jakost zvuka opada s kvadratom udaljenosti od izvora. U zatvorenom prostoru jakost zvuka opada mnogo polaganije, jer se na stijenama reflektiraju zvučni valovi. Govornik, koji — kako smo već spomenuli — u normalnim prilikama govoreći razvija energiju 10 mikrovata, može proizvesti na svakom mjestu maloga zatvorenoga prostora jakost zvuka od 50 db iznad čujne granice. U velikim dvoranama ili u kazalištu mora govornik trošiti više energije, pa je često potrebno 50 mikrovata, ako želimo na svakom mjestu dobro čuti govornika. Mjerenjem se je ustanovilo, da je u tom slučaju srednja jakost zvuka u takovim velikim prostorijama 45 db. Budući da je jakost smetnja u takovim dvoranama oko 30 do 40 db, to se može dogoditi, da govornika ne razumijemo, ako se smetnje samo malo pojačaju ili ako govorniku nešto oslabi glas.

Udare li valovi zvuka na koje čvrsto tijelo, prenose se titraji čestica zraka na pojedine čestice toga tijela, pa ono prima zvuk. Takovo tijelo zovemo primalac zvuka. Primalac zvuka može biti naravno samo takovo tijelo, koje samo može također titrati i koje ima neki svoj

karakteristični vlastiti broj titraja. Ako do primaoca zvuka dođu valovi, koji imaju frekvenciju vrlo sličnu s primaocem, dolazi do poznatog pojava rezonancije, zbog koje primalac počne vrlo jako titrati. Želimo li takav primalac upotrebiti za reprodukciju zvuka mora on biti neovisan o frekvenciji, a to znači, da moramo nastojati, da što više uklonimo pojavu rezonancije. Postizava se to na taj način, da se primalac sagradi tako, da je njegova vlastita frekvencija titraja iznad onih frekvencija, koje on mora primati, a osim toga mora jako prigušivati titraje. Kod zvučnog filma uzimaju se zbog toga takovi primaoci, kojima vlastita frekvencija leži iznad 10.000 Hz.

2. PRETVARANJE AKUSTIČKE ENERGIJE U ELEKTRIČNU.

Kratko vrijeme nakon toga, što je braći Lumière uspjelo konstruirati godine 1895. kinematografski aparat, pojavila se je odmah želja, da bi se uz sliku mogla proizvoditi istodobno i glazba i govor. Prva je ideja bila naravno, da se za zvučni film upotrebi Edisonov fonograf, kojim se zvučni titraji mogu upisati na ploču od voska. Prvi Edisonov fonograf (1877.) upotrebljavao je valjak od voska, koji se je okretao oko svoje osovine i istodobno se pomicao u smjeru te osovine, jer je na osovini bio narezan fini vijak. Kod današnjega gramofona upotrebljava se okrugla ploča, koja se okreće oko svojega središta. Po površini valjka ili ploče kliže šiljak, koji se automatski pomiče tako, da opisuje spiralnu krivulju. Šiljak je u mehaničkoj vezi s membranom, koja zatvara lijevak. Ako u lijevak govorimo ili pjevamo membrana titra, pa će šiljak te titraje upisati na ploču ili valjak. Na jedan milimetar moguće je tako upisati 44 linije. Šiljak titra kod

gramofona lijevo i desno po prilici za 1/10 milimetra, a jakost tona zavisi o toj amplitudi.

Ako pustimo, da se ploča okreće i da po tom zarezu kliže oštri šiljak, koji je u vezi s membranom pratit će on upisane amplitude, pa će membrana titrati i zbog toga proizvesti isti glas, koji je prije govoren ili pjevan u lijevak. Budući da je takova ploča dosta mekana, to bi se ona brzo istrošila, pa se zato od snimljene ploče elektrolitičkim putem načini otisak, s pomoću kojega se mogu ovakove snimke umnožiti na mnogo tvrđe ploče. Želimo li na ovaj način snimati ton treba dosta velika energija, tj. moramo pjevati ili govoriti direktno u lijevak, pa zbog toga nisu prvi pokušaji ton filma mogli uspjeti, jer glumac nije mogao biti na sceni i govoriti u takav lijevak.

Tek konstrukcija elektronskih cijevi za pojačavanje izmjeničnih struja omogućila je u godinama 1920. do 1925. vrlo nagli razvitak radiotehnike. U istome razdoblju vremena nastao je T r i e r g o n-s i s t e m, koji je iskoristio iskustva stečena u radio tehnici i upotrebio pojačavanje s elektronskim cijevima. U isto vrijeme uspjelo je u Americi D e F o r e s t u (Phonofilm) i C a s e-u (Fox-Case-Movietone) konstruirati zvučni film, na sličnim osnovima. Na temelju radova i patenata spomenutih konstruktera i još nekih drugih počeli su najprije u Americi proizvoditi industrijalne zvučne filmove. U kolovozu 1926. godine prikazao je W a r n e r B r o t h e r s C o m p a n y svoj prvi koncertni film u New-Yorku, a u listopadu 1927. isto društvo je prikazivalo prvi pravi zvučni film (»The Jazz Singer«). Uspjeh ovoga filma bio je toliki, da je osigurao pobjedu zvučnoga filma nad nijemim filmom.

Titraje uzduha, koji nastaju i koji se šire od izvora zvuka pretvaraju u izmjenične električne struje u m i k r o-

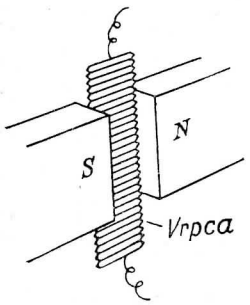
f o n u, koji je već odavna poznat. Najstariji oblik mikrofona, kako ga je 1878. konstruirao H u g h e s, sastavljen je od dva štapa ugljena, koji se dotiču. Oni su spojeni u krug struje baterije. Otpor na mjestu doticaja ugljena zavisi o pritisku na ugljene. Ako prema ugljenima govorimo, oni počnu titrati, pa se u krugu struje mijenja jakost njezina, jer se na mjestu doticaja mijenja otpor. Da se poveća broj onih mjesta, gdje se ugljeni dotiču, upotrebljava se danas kod takovih mikrofona ugljena prašina zatvorena u kutiji, kojoj je jedna stijena elastična membrana. (R e i s z-mikrofon).

Ova vrst mikrofona danas se više ne upotrebljava niti u radio tehnici niti kod snimanja zvučnoga filma, jer osjetljivost i najboljih takovih mikrofona zavisi vrlo mnogo o jakosti tona. To znači, da mikrofon ne će pravilno reproducirati slabe više harmoničke tonove, pa će glazba biti iskrivljena.

Ovu vrst mikrofona istisnuli su k o n d e n z a t o r m i k r o f o n i. Električni kondenzator sastavljen je od dvije kovne ploče, koje su namještene jedna pokraj druge, ali su međusobno izolirane. Ako među pločama vlada električna napetost, mijenjat će se ona prema tome, kako su velike ploče, što se nalazi između ploča i u kojoj su udaljenosti ploče. Ako udesimo tako, da je jedna od tih ploča membrana mikrofona, a druga je čvrsta, nastat će izmjenična napetost, koja će biti to veća, što je veća napetost baterije, koju smo stavili na ploče (200 do 400 volta). Osjetljivost ovakovoga mikrofona je po prilici 10 puta manja nego kod mikrofona u ugljenim zrncima, ali je gotovo neovisna o jakosti tona i visini tona.

Vrlo se mnogo upotrebljava također e l e k t r o d i n a m i č k i ili m i k r o f o n s v r p c o m. Ime ima taj mikrofon od glavnoga svoga dijela, tj. samo nekoliko

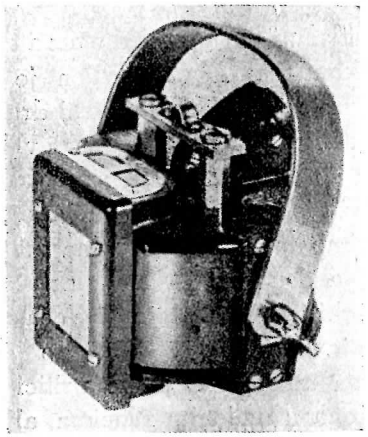
tisućinka milimetra debele i nekoliko milimetara široke aluminijske vrpce, koja titra između polova jakoga permanentnoga magneta (slika 156.). Kroz tu vrpcu teče slaba struja, jer ona titra, pa u njoj nastaju inducirane struje (strana 122.). I taj mikrofon pretvara dakle energiju zvučnih valova u izmjenične struje. Slika 157. prikazuje nam takav mikrofon tvornice Klangfilm.



Slika 156.

Taj je mikrofon nešto osjetljiviji od kondenzator mikrofona, a praktički je gotovo potpuno neovisan o jakosti i visini tona.

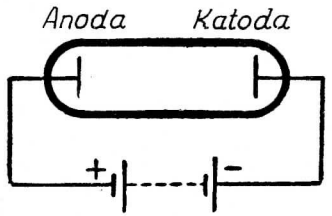
Osim spomenutih mikrofona mnogo se danas upotrebljavaju kristalni mikrofoni, koji su osnovani na svojstvu nekih kristala, da proizvode električnu napetost, ako ih određenim smjerom stlačimo (Piezoelektriciteta). Ti mikrofoni vrlo vjerno reproduciraju tonove bez obzira na njihovu jakost i visinu.


Slika 157.

Napetosti, koje nastaju u svim tim mikrofonima, pa zbog toga i energija, tako su malene, da se ne mogu direktno upotrebiti, nego ih treba tek pojačati. To pojačanje mora biti tako vjerno, da ne nastane nikakovo iskrivljenje, tj. boja tona mora ostati nepromijenjena.

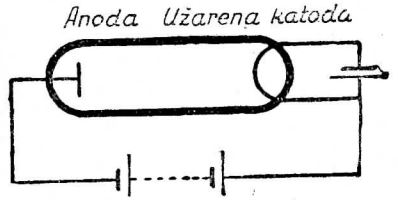
3. ELEKTRONSKA CIJEV.

Za pojačanje mikrofonskfh struja upotrebljavaju se elektronske cijevi, isto onakove kao i kod radio aparata. Zbog toga je potrebno, da se upoznamo s osnovnim svojstvima elektronskih cijevi, kako bismo mogli shvatiti njihovo djelovanje kod nisko frekventnog pojačavanja, jer samo takovo se upotrebljava kod zvučnog filma.



Slika 158.

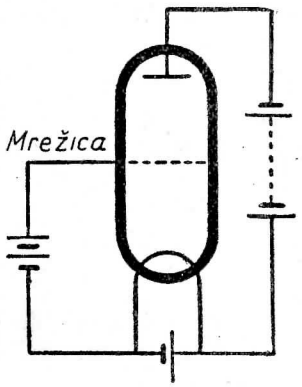
U staklenu cijev, iz koje je isisan uzduh, utaljene su na krajevima dvije žice, koje svršavaju s pločama (slika 158.) Te ploče zovu se elektrode. Stavimo li te elektrode na dovoljno visoku napetost tako, da jednu spojimo s pozitivnim polom, a drugu s negativnim polom izvora istosmjerne struje, prolazi kroz cijev vrlo slaba struja dotle, dok u posudi ima ostataka uzduha ili kojega drugoga plina. Ona elektroda, koja je spojena s pozitivnim polom zove se anoda, koja je spojena s negativnim polom katoda. Ako s dobrom sisaljkom sve više razređujemo uzduh postajat će najprije svjetlost sve jača, a kasnije će opet slabiti. Kod vrlo visokog vakuuma cijev više ne svijetli.



Slika 159.

Ako udesimo tako, da katodu ugrijemo na visoku temperaturu kroz cijev prolazi opet struja, ali pojava svjetlosti nema. Najzgodnije je, ako kao katodu upotrebimo kovnu nit, koju s električnom strujom

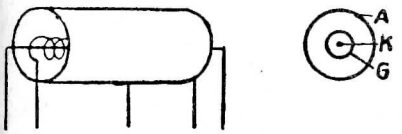
užarimo slično kao u električne žarulje (slika 159.). Kad se katoda ugrije do dovoljno visoke temperature, koja zavisi o vrsti kovine, koju smo upotrebili, izbijaju iz nje negativno nabite čestice elektriciteta, koje se nazivaju elektronima. Kažemo, da užarena nit izbija ili emitira električni naboj. Elektroni, koji izađu iz užarene niti skupili bi se kao neka vrst oblaka oko niti, kad ih ne bi privlačila pozitivno nabita ploča, anoda. Poznato je, da se raznoimeno električki nabita tijela privlače. Kroz veliki vakuum lete dakle elektroni s velikom brzinom, a to znači, da u cijevi teče električna struja. Elektromotornu silu, zbog koje se elektroni giblju dobivamo iz baterije, koja se obično zove anodna baterija.



Slika 160.

Ako između te dvije elektrode u cijevi namjestimo još treću, t. zv. mrežicu, prilike će se izmijeniti (slika 160.). Anoda je kovna ploča, a mrežica je mreža pletena od fine žice. Elektroni prolaze leteći od katode na anodu kroz očice te mreže. Koliko će elektrona proći kroz očice te mrežice zavisi o tome, kolika je napetost između katode i mrežice, pa prema tome i jakost struje, koja teče između katode i anode zavisi o toj napetosti. Ako je mrežica nabijena negativno, odbijat će elektrone, pa će struja, koja teče prema anodi biti slaba, a može biti i nula. Ako mrežica ima pozitivnu napetost, proći će elektroni kroz nju većom brzinom, jer ih ona privlači i doseći će anodu. Struja bit će mnogo jača nego u prvom slučaju. Ako zgodno udesimo pozitivnu napetost

na mrežici možemo postići, da će svi elektroni, koje emitira katoda doprijeti do anode. Još veća pozitivna napetost na mrežici smeta prolazu elektrona, jer ih sama jedan dio zadrži. Promijenljiva napetost na mrežici prouzroči dakle promjenu jakosti struje, koja prolazi kroz cijev u obliku elektrona, a zbog toga i u krugu struje izvan cijevi. Današnje moderne cijevi građene su na istome principu, samo je oblik i smještaj pojedinih elektroda drugačiji. Katoda je napeta kovna nit, a oko nje je u obliku spirale od tanke žice namještena mrežica. Sve se to skupa nalazi u kovnom valjku, koji služi kao anoda (slika 161.).



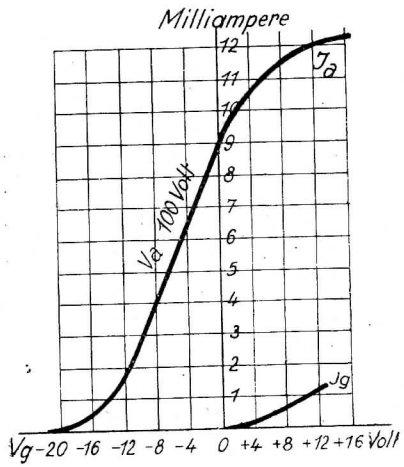
Slika 161.

Takova elektronska cijev služi dakle kao neki relais. Razmjerno velike množine energije možemo upravljati s vrlo malenim promjenama napetosti. Elektronsku cijev upotrebljavamo danas u vrlo različite svrhe. Njima možemo pojačati struje visoke i niske frekvencije, a osim toga i proizvesti struje visoke frekvencije. Kod zvučnog filma nastaju samo struje niske frekvencije, koje treba dovesti zvučniku, pa ćemo u kratko opisati upotrebu cijevi za pojačanje tih struja niske frekvencije.

Svojstva elektronskih cijevi zavise od tri faktora, koje moramo poznati, ako želimo cijev zgodno upotrebiti, a to su: strmina, prehvat i emisija (struja zasićenja) cijevi. Sve te podatke možemo vrlo lako upoznati na karakteristici cijevi.

Kako smo već prije kazali, ovisi jakost anodne struje o napetosti na rešetki, ako je nit katode propisno ugrijana, a između katode i anode vlada propisana napetost na pr. 100 volta. Emisija cijevi zavisi također i o temperaturi katode. Što je temperatura viša emitira nit

više elektrona. Odnošaj između tih različitih veličina dade se vrlo zgodno i pregledno prikazati krivuljama. Ona krivulja, koja prikazuje zavisnost anodne struje u cijevi o napetosti na rešetki, ako ne mijenjamo anodnu napetost i ako držimo konstantnu temperaturu niti na katodi, zove se karakteristika cijevi. Stavljat ćemo dakle različite napetosti Vg na rešetku i mjeriti jakost anodne struje Ia miliampermetrom. Tako dobivene vrijednosti upisat ćemo u slijedeću tablicu. Na pr. kod neke cijevi dobili smo ove podatke kod anodne napetosti Va = 100 volta:



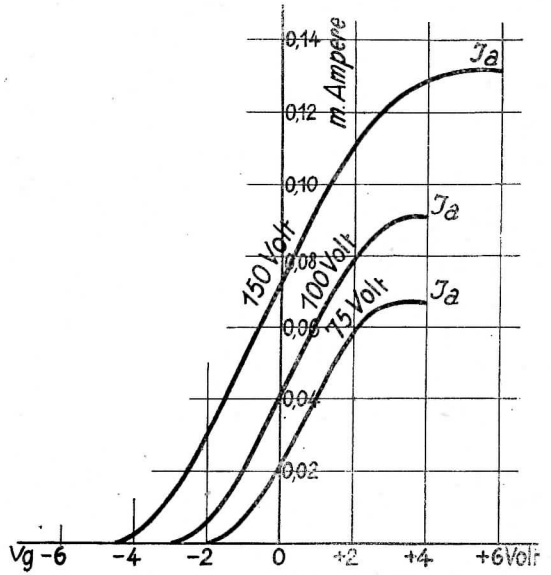
Slika 162.

Napetost na mrežici	Anodna struja
— 20 volta	0,0 mA
— 16	0,6
— 12	2,0
— 8	4,0
— 4	6,4
0	9,0
+ 4	10,6
+ 8	11,5
+ 12	12,0
+ 16	12,2

Te vrijednosti možemo prikazati na slici 162 tako, da na horizontalni pravac nanesemo napetost na mrežici Vg u bilo kojem povoljnom mjerilu i to pozitivne na desno, a negativne na lijevo. Na vertikalni pravac nanest ćemo vrijednosti za jakost anodne struje Ia. Dobit ćemo krivulju, koja je na lijevom kraju nešto svinuta, nakon toga je sasvim ravna, a na gornjem kraju je opet svinuta prema horizontalnom smjeru. Iz te slike možemo lako naći kolika je

jakost anodne struje, kod kojegod napetosti na rešetki, pa ona dakle grafički predočuje, kako se mijenja anodna struja s promjenom napetosti na rešetki kod stalne anodne napetosti.

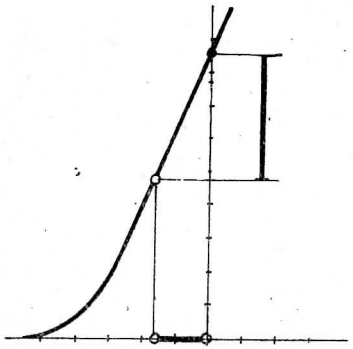
Opetujemo li to isto mjerenje kod manje anodne napetosti (75 V), dobit ćemo jednaku krivulju (slika 163.), koja će biti pomaknuta nešto na desno, a kod anodne napetosti (150 V) bila bi pomaknuta na lijevo.



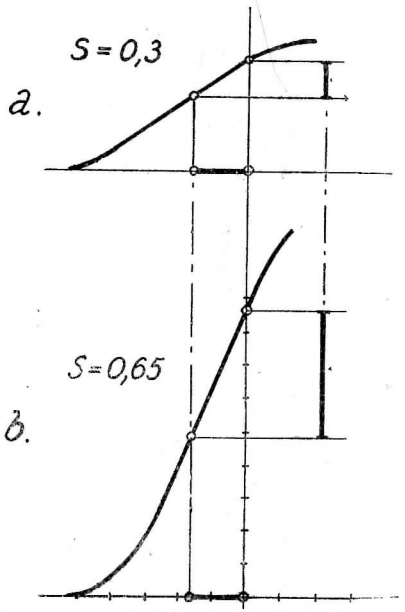
Slika 163.

Dok je napetost na rešetki pozitivna dobit ćemo osim anodne struje također slabu struju u krugu rešetke, koja je na slici 162. također narisana i označena s Jg. Ova se struja javlja kod različitih cijevi, kad je napetost na rešetki između — 2 i + 3 volta. Ako cijev upotrebljavamo za pojačavanje, treba uzeti u obzir na tu struju u krugu rešetke, kako ćemo kasnije protumačiti.

Strminu S cijevi određujemo slično kao i kod ceste. Kod ceste mjerimo strminu na taj način, da kažemo koliko se cesta digne na neku određenu udaljenost mjerenu u horizontali. Slično određujemo strminu cijevi ili njezine karakteristike, omjerom promjene anodne struje kod odgovarajuće promjene napetosti na rešetki (slika 164.). Neka cijev ima na pr. strminu 0,3 mA po voltu. To znači, ako se napetost na rešetki promijeni za 1 volt, promijenit će se jakost struje u anodnom krugu za 0,3 mA. Na slici 165 prikazane su dvije karakteristike različitih cijevi. Strmina gornje cijevi je 0,3 mA po voltu, a kod donje je 0,65 mA po voltu. Vidimo, da možemo proizvesti veću promjenu energije u anodnom krugu, kod



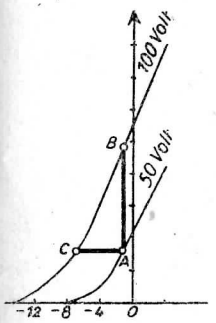
Slika 164.



Slika 165.

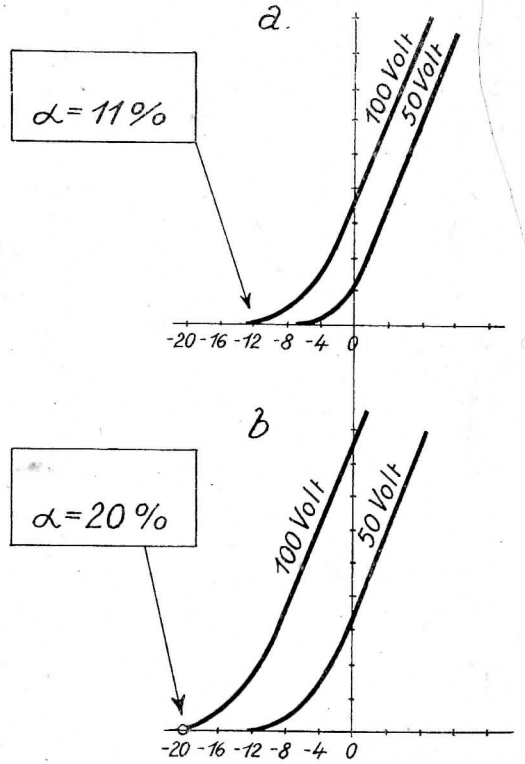
iste promjene napetosti na rešetki, što je karakteristika cijevi strmija, a to znači praktički rečeno, da je pojačanje cijevi to veće, što je strmina cijevi veća.

Prehvat D cijevi zove se omjer promjene napetosti na rešetki prema anodnoj napetosti, koje jednako pojačaju ili oslabe anodnu struju. Bit će to jasnije, ako prikažemo na jednom primjeru. Na pr. prehvat neke cijevi je 12 % to znači, da možemo postići promjenu anodne struje za neku određenu veličinu ili tako, da povećamo anodnu napetost ili da samo za 12 % od te vrijednosti povećamo napetost na rešetki. Možemo kazati i ovako: povećamo li anodnu napetost za 50 volta, možemo njezino djelovanje uništiti, ako promijenimo napetost na mrežici za 6 volta. To znači, da jakost anodne struje ostaje nepromijenjena, ako napetost na rešetki promijenimo za —6 volta, a u isto doba anodnu napetost povisimo za 50 volta. Na slici 166 narisane su dvije karakteristike iste cijevi kod različitih anodnih napetosti (50 i 100 volta), pa možemo prema onome što smo sada kazali naći koliki je prehvat cijevi. Ako iz točke A pređemo na točku B, to jakost struje naraste za 3,2 mA, jer je napetost na anodi porasla za 50 volta, a napetost na mrežici je ostala ista. Ako od točke B pređemo na točku C to znači, da se napetost na rešetki promijenila za — 6 volta, a anodna je napetost ostala ista. To dakle znači, ako promijenimo anodnu napetost za 50 volta, da moramo promijeniti napetost na mrežici za — 6 volta, ako hoćemo, da se ne promijeni jakost anodne struje. Prehvat te cijevi bit će dakle 6 : 50 = 0·12, t. j. 12%. Iz ovoga razlaganja slijedi, da su karakteristike neke cijevi s velikim prehvatom jedna od druge dalje, (slika 167, b) nego kod cijevi s malim prehvatom, (slika 167, a) ako one vrijede za iste anodne napetosti. Naučna su istraživanja



Slika 166.

pokazala, da kod niskofrekventnih pojačala, gdje su pojedini stepeni pojačanja vezani međusobno s otporom, cijevi moraju imati mali prehvat, do 3 %, ako želimo jako i neiskrivljeno pojačanje. Kod konačnog pojačanja cijevi za



Slika 167.

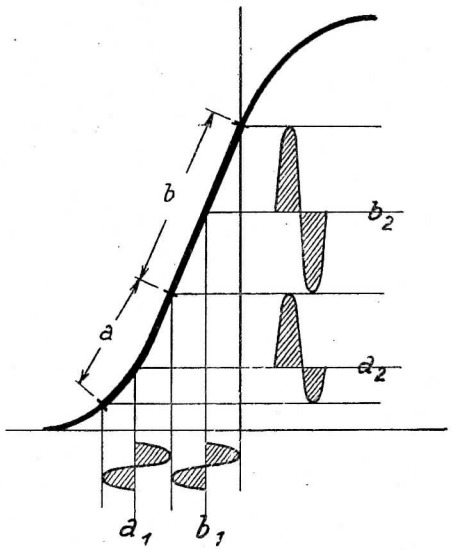
pogon zvučnika moraju imati veliki prehvat 20 do 30 %. Vidimo dakle, da nije svejedno kakovu cijev upotrebljavamo u aparaturi za pojačanje na raznim mjestima u pojačalu. Svaka cijev mora prema službi, koju vrši u pojačalu

imati i određena električna svojstva. Tvornice, koje proizvode takove cijevi (na pr. Telefunken, Tungsram, Philips itd.) označuju za svaku cijev, u koju svrhu služi.

Želimo li u manjoj prostoriji dosta veliku jakost zvuka u zvučniku, treba u pojačalu kao zadnju cijev upotrebiti takovu, kroz koju teče dovoljno jaka struja. Kod takove cijevi mora karakteristika biti pravac u području anodne struje između 8 do 12 mA. Gornji i donji zakrivljeni dio karakteristike ne možemo upotrebiti, jer bi u tom slučaju bila reprodukcija iskrivljena, pa prema tome mora cijev imati emisiju po prilici 15 mA. Veliku emisiju postizavamo, ako je nit katode ugrijana do visoke temperature. U tom slučaju nit vrlo brzo pregori, cijev traje vrlo kratko vrijeme. Zbog toga se nastoji, da površina koja emitira elektrone bude što veća. Redovito imaju zato takove cijevi na katodi dugu nit. Emisija elektrona zavisi osim toga i o tome, iz kakovog je materijala nit. Ako je nit na katodi pomiješana s torijumom može se emisija pojačati i do 50 mA za svaki vat energije, koju smo potrošili za grijanje niti. Takove cijevi mogu se upotrebljavati nekoliko stotina sati. Kod cijevi s oksidima različitih kovina možemo postići dapače emisiju i do 100 mA po vatu.

Princip pojačanja s elektronskim cijevima možemo jednostavno prikazati ovako. Slabe promjene napetosti, koje nastaju na pr. u mikrofonu dovode se do mrežice cijevi, pa će one upravljati anodnom strujom i prouzročiti promjene anodne struje, koje su mnogo veće. Da se tom prilikom anodna struja ne iskrivi, treba držati na umu ovo: 1.) za pojačanje možemo upotrebiti samo pravocrtni dio karakteristike i 2.) za pojačanje možemo upotrebiti samo onaj dio karakteristike, kod kojega se ne javlja struja u krugu rešetke. Ako ta struja dolazi u transformator, koji se nalazi u krugu mrežice, prouzrokuje ona

iskrivljenje. Struja u krugu mrežice javlja se redovno u okolini napetosti na rešetki 0 volta. Kod nekih je cijevi ta točka pomaknuta do — 2 volta, a ima i takovih cijevi, kod kojih se ta struja javlja tek kod + 2 volta. Jasno to vidimo iz slike 168, gdje nam a_1 prikazuje titraje, koji dolaze na mrežicu. Ti su titraji promijenljive struje, koje djeluju — kako smo to prije pokazali — na anodnu struju. Karakteristika cijevi je kod a svinuta, pa će negativni impuls na rešetki proizvesti manju promjenu anodne struje nego pozitivni, koji djeluje na ravni dio karakteristike. U anodnom krugu bit će dakle ti titraji izobličeni, kako nam prikazuje na slici 168 titraj a_2.

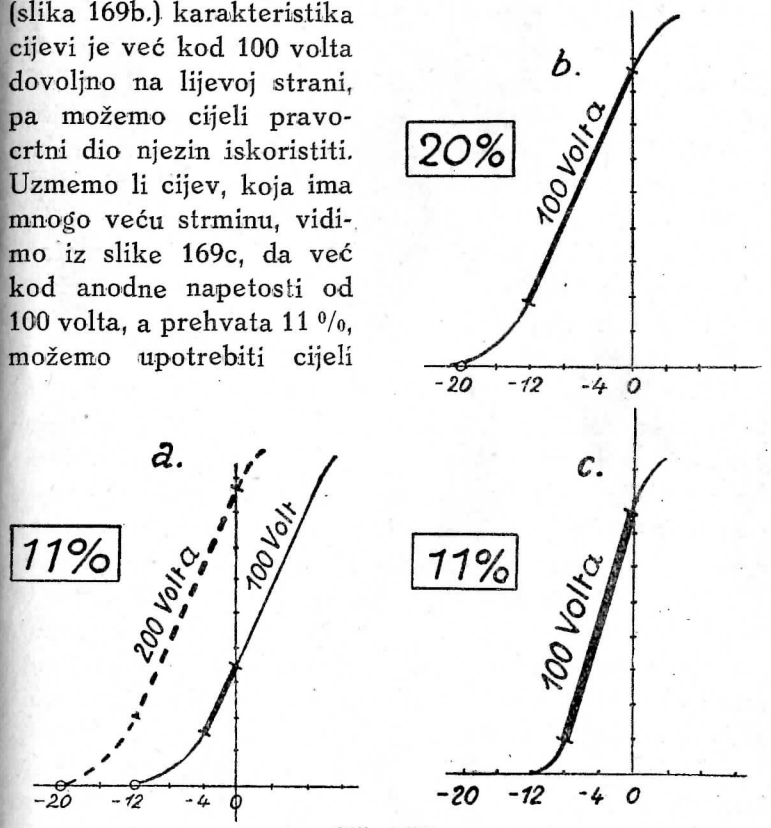


Sika 168.

Ako ti isti titraji djeluju preko mrežice na ravni dio karakteristike b_1, to će pozitivni i negativni impulzi na mrežici djelovati na anodnu struju u oba smjera jednako, a pojačanje će biti vjerno. (b_2) Titraji ostaju istoga oblika, samo su pojačani.

Kako prehvat cijevi djeluje na pojačanje prikazuje nam slika 169. Kod malenoga prehvata (11 %) leži veliki dio karakteristike kod 100 volta anodne napetosti u području pozitivne napetosti na mrežici, pa cijev ne možemo upotrebiti za pojačavanje (sl. 169a). Cijelu karakteristiku treba

pomaknuti na lijevo. Mi znamo, da to možemo učiniti na taj način, da povećamo anodnu napetost, na pr. na 200 volta (crtkana krivulja). U tom je slučaju cijev jako opterećena, pa će se mnogo brže istrošiti. Kod velikog prehvata (slika 169b.) karakteristika cijevi je već kod 100 volta dovoljno na lijevoj strani, pa možemo cijeli pravocrtni dio njezin iskoristiti. Uzmemo li cijev, koja ima mnogo veću strminu, vidimo iz slike 169c, da već kod anodne napetosti od 100 volta, a prehvata 11 %, možemo upotrebiti cijeli



Slika 169.

ravni dio karakteristike, a pojačanje je veliko, jer je pravocrtni dio karakteristike dosta dug.

Uzmemo li u obzir sva svojstva elektronske cijevi, koja smo do sada spomenuli vidimo jasno, da ćemo moći

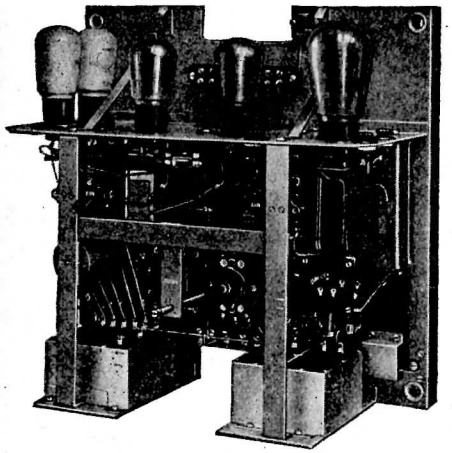
vjerno pojačati struje, koje dobivamo iz mikrofona ili fotostanice samo u onom slučaju, ako cijev radi na pravocrtnom dijelu karakteristike. Da udesimo takove prilike, bit će potrebno, da mrežici damo neku negativnu napetost, t. zv. prednapetost. Impulsi, koji dolaze na mrežicu mijenjaju neprestano pozitivne i negativne vrijednosti, pa će zbog toga nul-točka, oko koje se te vrijednosti mijenjaju morati biti u sredini pravocrtnog dijela karakteristike. To možemo postići, ako mrežici damo negativnu napetost s obzirom na ugrijanu nit katode. Iz zadnje slike vidimo nadalje, da ne smijemo na mrežicu dovoditi prevelike napetosti iz fotostanice ili iz gramofonske doze, jer će pojačanje biti izobličeno i u onom slučaju, ako smo udesili pravu anodnu napetost i odgovarajući prednapon na mrežici.

Za niskofrekventno pojačanje kod pojačala za zvučni film, treba dakle uvijek upotrebiti za prve stepene pojačanja cijevi s malim prehvatom i velikom strminom, a njihova emisija ne treba biti velika. U predzadnjem stepenu pojačanja treba paziti, da cijev ima dosta veliku emisiju, a za zadnji stepen treba odabrati cijev sa što većom emisijom, što većom strminom, a i prehvat može biti nešto veći, jer u tom slučaju treba upotrebiti manju napetost. Ako su pojedini stepeni pojačanja vezani s otporom, moramo upotrebiti cijevi s malim prehvatom (do 3%), a emisija ne treba biti velika.

Danas se upotrebljavaju cijevi, kojima se nit grije izmjeničnom strujom iz gradske mreže. U zgodnom transformatoru treba sniziti napetost mreže toliko, da dobijemo potrebnu napetost za grijanje niti u cijevi. Postoje dva tipa takovih cijevi. Kod jednih grije se direktno izmjeničnom strujom nit, koja emitira eletrone. Kod druge vrsti, grije se izmjeničnom strujom posebna nit, a u njezinoj se blizini nalazi

ona masa, koja služi za emisiju elektrona, tj. u ovom slučaju nit se grije indirektno.

Slika 170.



Slika 171.

Zbog toga govori se o direktno i indirektno grijanim cijevima. Te posljednje trebaju neko vrijeme, nakon što smo sklopili struju, dok počnu djelovati, jer se nit polagano ugrijava.

Potrebnu anodnu napetost možemo uzeti iz anodnih baterija, akumulatora ili sprava, koje pretvaraju izmjeničnu struju mreže u istosmjernu, koja je potrebna za pogon cijevi. Današnje sve aparature za zvučni film imaju takove aparate, koji sve potrebne struje i napetosti dobivaju iz gradske mreže s izmjeničnom strujom. Slika 170. pokazuje nam takovo moderno pojačalo, a slika 171. isto to pojačalo otvoreno.

Pojedini krugovi u pojačalu vezani su preko transformatora, pa se na taj način povisi napetost mikrofon-

skih struja. Sekundarna strana takovoga ulaznoga transformatora spojena je s mrežicom prve cijevi u pojačalu. U pojačalu se kroz nekoliko krugova povisi napetost, a tek u zadnjem stepenu pojača se energija, jer je on sagrađen tako, da na izlazni transformator možemo postignuti do 45 vata.

Kod snimanja zvučnoga filma postavi se na pozornicu nekoliko mikrofona. Svaki je mikrofon spojen s posebnim mikrofonskim pojačalom, a vodovi od svih tih pojačala dolaze u t. zv. miješalo, gdje posebni stručnjak u posebnoj prostoriji — zovu ga Mixer — može regulirati pojedine mikrofonske krugove neovisno jedan od drugoga, pa udesiti tako, da bude i pjevanje i glazba i eventualno drugi tonovi relativno tako jaki, da kod reprodukcije dobijemo dobri utisak. Od miješala vode se mikrofonske struje kroz još nekoliko pojačala do aparature gdje se ton upisuje na filmsku vrpcu. Ona energija, koja se upotrebljava za upisivanje tona često je 100 milijarda puta veća, nego što je ona izmjenična struja, koju dobivamo iz mikrofona, a to odgovara pojačanju jakosti zvuka za po prilici 100 decibela.

4. FOTOGRAFSKO UPISIVANJE TONA NA FILM

Pojačane mikrofonske struje dolaze u naprave, koje služe za bilježenje zvuka. Možemo razlikovati tri sistema: Mehanički, magnetički i optički. Od svih ovih jedino se danas za snimanje zvučnoga filma upotrebljava optički sistem. Zbog toga opisat ćemo ostala dva načina sasvim u kratko.

Mehanički način je isti onaj, koji smo opisali, kad smo govorili o gramofonu. Po gramofonskoj ploči za snimanje skliže igla, koja je namještena u posebnoj kutiji. U njoj se nalazi jaki magnet, a među njegovim polovima uzvojnica

žice. Igla je u čvrstoj mehaničkoj vezi s tom uzvojnicom žice. Ako kroz uzvojnicu vodimo pojačane mikrofonske struje, ona će se početi gibati, jer će se prema smjeru struje otklanjati ili na jednu ili na drugu stranu (vidi strana 90). Na taj način će igla upisati titraje u masu ploče, pa se takova ploča na prije već opisani način može umnožiti. To je metoda, kojom se danas snimaju gramofonske ploče, ali kod zvučnog filma se više ne upotrebljava. U prvo vrijeme zvučnog filma upotrebljavali su taj način, jer su mogli sinhronizirati već snimljenim nijemim filmovima glazbu i donekle govor. Te su ploče bile veće od normalnih gramofonskih ploča, a okretale su se sa $33^1/_3$ okretaja na minutu, dok se obične gramofonske ploče moraju okretati sa 78 okretaja na minutu, ako želimo neiskrivljenu reprodukciju snimljenog tona. Reprodukcija je kod ovakova sistema s iglom uvijek nešto iskrivljena, jer na taj način možemo upisati i reproducirati tonove s najviše 6000 Hz, a to je kako smo prije rastumačili premalo za vjernu reprodukciju.

Magnetička metoda — t. zv. Magnetton osnovan je na magnetiziranju čelične žice. Među polovima elektromagneta vuče poseban mehanizam tanku čeličnu žicu s brzinom od nekoliko metara na sekundu. Ako kroz uzvoje elektromagneta vodimo mikrofonske pojačane struje, čelična žica će se magnetizirati to jače, što je struja jača, a polovi će zavisiti o smjeru struje. Ako na taj način magnetiziranu čeličnu žicu vučemo kroz uzvojnicu žice, nastat će u njoj indukcijom struja, pa se nakon pojačanja može dovesti zvučniku. Tu metodu upotrebljavaju neke radio stanice, da ubilježe različite priredbe, pa ih mogu nekoliko puta emitirati. Takova se žica može lako razmagnetizirati i ponovno upotrebiti za snimanje tona.

Za snimanje zvučnog filma danas se jedino upotrebljava metoda sa svjetlosti. Kod te metode se

mikrofonske pojačane struje upotrebljavaju za mijenjanje jakosti svjetlosti nekoga izvora svjetlosti. To se može postići ili direktno, t. j. da se mijenja intenzitet samoga izvora svjetlosti ili indirektno t. j. zrake svjetlosti dolaze od izvora svjetlosti, koji ima konstantnu jakost, ali s v e n t i l i m a z a s v j e t l o s t možemo upravljati sa zrakama svjetlosti na taj način, da oni propuštaju različite množine svjetlosti ili se u ritmu izmjeničnih struja mijenja smjer širenja tih zraka. Kod ovoga posljednjeg načina možemo razlikovati metodu, kod koje se mijenja intezitet svijetle linije ili se mijenja duljina takove svijetle linije. Prva se metoda zove m e t o d a i n t e z i t e t a, a druga t r a n s v e r z a l n a m e t o d a. Kao izvori svjetlosti upotrebljavaju se posebne električne žarulje, koje su građene za 6 volta, a troše obično po prilici 50 vata. Takove žarulje imaju sasvim kratku spiralu od volframa, koja se vrlo jako užari, da je njezina svjetlina 30 do 40 stilba (vidi strana 62). Svjetlost te žarulje koncentriramo s lećom na onaj dio aparature, koja upravlja s jakošću svjetlosti.

U tu se svrhu upotrebljava K e r r - s t a n i c a (Klangfilm, Berlin). Već je u 17. stoljeću bilo poznato, da ima kristala, u kojima se zraka svjetlosti cijepa u dvije, koje se na prelazu u kristal različito lome. Ta je pojava poznata u nauci pod imenom d v o l o m s v j e t l o s t i. Brzina širenja tih dviju zraka svjetlosti je različita u samome kristalu. Engleski fizičar K e r r otkrio je (1875), da ima takovih tekućina, kroz koje se svjetlost u normalnim prilikama širi u svim smjerovima istom brzinom, ali ako se te tekućine nalaze u e l e k t r i č n o m e p o l j u, da i one pokazuju pojav dvoloma, t. j. upadna zraka cijepa se na dvije zrake.

Da li neko tijelo svjetlost normalno lomi po zakonu loma ili se javlja dvolom, ispituju u experimentalnoj fizici s p o l a r i z i r a n o m s v j e t l o s t i (vidi str. 72). Ta se

svjetlost dobiva, ako se zraka svjetlosti propusti kroz zgodno udešeni kristal i s l a n d s k o g d v o l o m c a. Takova se sprava u fizici zove N i k o l o v a p r i z m a. Prema onome što smo protumačili na strani 72, znamo da će ona zraka svjetlosti, koja je prošla kroz jedan Nicol moći proći kroz drugi, ako je on namješten tako, da svjetlost polarizira u istoj ravnini. Takav aparat, koji je složen od dva Nicola zove se p o l a r i z a c i o n i a p a r a t. Prva Nicolova prizma, koja svjetlost polarizira zove se p o l a r i z a t o r, a ona druga, koja nam pokazuje kako je svjetlost polarizirana zove se a n a l i z a t o r. Ako su Nicoli postavljeni p a r a l e l n o svjetlost prolazi kroz njih, a ako su u k r š t e n i svjetlost ne može kroz njih, pa je vidno polje tamno. Ništa se ne će promijeniti, ako između Nicola stavimo tvar, koja jednostavno lomi svjetlost. Sasvim će biti druge prilike, ako među ukrštene Nicole stavimo neku tvar, koja pokazuje svojstvo dvoloma. U tom slučaju će se rasvijetliti tamno polje ukrštenih Nicola. Dvije tekućine pokazuju osobito jako tu pojavu: n i t r o b e n z o l i n i t r o t o l u o l, ako na njih djeluje električno polje smjerom okomitim na širenje svjetlosti. Rasvjetljenje polja u takvom aparatu, koji se zove Kerr-stanica ovisi o putu, koji je zraka svjetlosti prevalila u toj tekućini, o jakosti električnoga polja i o upotrebljenoj tekućini.

Takova K e r r - s t a n i c a sastavljena je od dvije pločice, koje su međusobno izolirane i namještene su vrlo blizu, (udaljenost je 0,26 mm) a među njima je nitrobenzol. Stanica namještena je između dva Nicola. Na pločice stavljena je stalna napetost od nekoliko stotina volta. Ako osim toga dovodimo tim pločicama promijenljive napetosti, koje dobivamo od pojačanih mokrofonskih struja, mijenjat će se jakost svjetlosti, koja će prolaziti kroz Kerr-stanicu u onome ritmu, kako se mijenja napetost struje. Te

promjene struje pretvaraju se dakle u takovoj aparaturi u promijenljivu svjetlost bez iskrivljenja.

Sa zgodnom optikom projicira se ovom promijenljivom svjetlosti rasvijetljena pukotina na film tako, da je slika pukotine pravokutnik s duljinom 2,7 mm i širinom 0,017 mm. Ta svjetlost prolazi kroz prije opisani aparat s Nicolima i Kerr-stanicom, pa se njezin intenzitet neprestano mijenja.

Kako smo spomenuli prije (strana 16.) prolazi kod snimanja i reproduciranja zvučnoga filma na sekundu 456 mm filmske vrpce kroz aparat. To znači, da je jedan titraj kod tona 10.000 Hz upisan na duljini 0.04 mm. Širina slike pukotine je manja (0,017 mm), pa je iskustvo pokazalo, da je to dovoljno za reprodukciju i najviših tonova, koji su kod zvučnog filma potrebni.

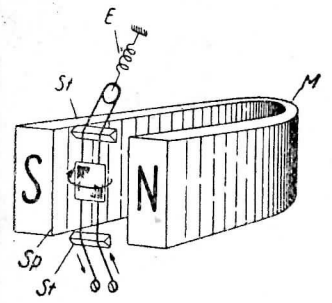
Iz cijelog opisa vidimo, da će na filmskoj vrpci, koja se giblje pred takovom napravom nastati nakon razvijanja i fiksiranja cijeli niz vrlo tankih linija, koje će biti različito zacrnjene.

Ta metoda upisivanja tona na filmsku vrpcu zove se prečagasto pismo. Što je viši upisani ton, prečage su jedna drugoj bliže, a što je ton jači, veća je razlika u intezitetu pocrnjenja svijetlih i tamnih linija.

Osim ovoga elektrooptičkog sistema upotrebljava se elektromagnetičko-mehanički sistem (Western-Elektric), kod kojega se na film projicira slika pukotine, kojoj se mijenja širina. Normalna širina pukotine je 0,05 mm, a čine je listići od duraluminijuma, kroz koje teče pojačana mikrofonska struja. Pukotina namještena je među polovima jakoga elektromagneta, pa se listići giblju u magnetičkome polju prema jakosti i smjeru mikrofonske struje, koja kroz njih teče. Na filmu, koji se pomiče nastaje i u ovom slučaju prečagasto pismo, jer su pojedine slike pukotine jače ili manje pocrnjene.

Prečagastim pismom je upisan ton na filmsku vrpcu i onda, ako pojačane mikrofonske struje djeluju direktno na izvor svjetlosti i mijenjaju njegov intezitet. Takovi sistemi (Fox-Movietone i Tobis-sistem) upotrebljavaju u tu svrhu tinjalice.

Kod transverzalne metode upisan je ton na filmsku vrpcu zupčastim pismom. Ovaj se sistem često zove još amplitudna ili crnobijela metoda. Ton je upisan s prugom konstantnog pocrnjenja, ali se mijenja širina te pruge. Kod te metode upotrebljava se izvor svjetlosti stalnoga inteziteta, a smjer zraka svjetlosti otklanja se oscilografom.

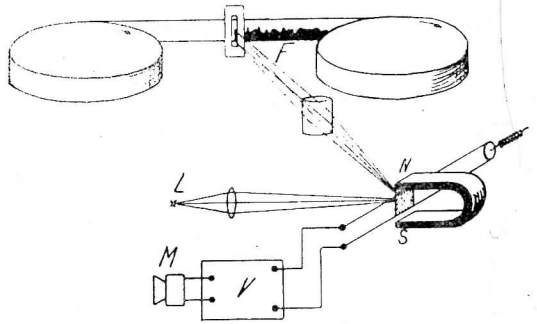


Slika 172.

Na slici 172. vidimo osnovni princip takovog oscilatora. N i S su polovi jakoga permanentnog magneta. Među njima napeta je petlja vrlo tanke žice (0,03 mm), kroz koju teče pojačana mikrofonska struja. Na toj tankoj žici učvršteno je malo zrcalo s površinom po prilici 1 mm². Kako znamo, otklanjat će se žica to jače što je struja, koja kroz nju teče jača, pa će se zbog toga zakrenuti i malo zrcalo. Otklon zavisan je i od smjera struje. Ako na to zrcalo pada zraka svjetlosti, mijenjat će i ona svoj smjer nakon refleksije na njemu. Svjetlost žarulje jednakoga inteziteta pada kod toga sistema nakon refleksije na zrcalu oscilografa na filmsku vrpcu, koja se giblje iza uske male pukotine, pa će prema tome na onoj uskoj prugi od 2,6 mm nakon razvijanja biti upisana krivulja tako, da će jedan dio biti taman, a drugi

proziran, nastat će zupci (slika 173.). Duljina zubaca određuje jakost tona, a njihova gustoća visinu tona. Na taj način izrađuje zvučni film R. C. A. Photophon.

Jasno je, da nije moguće kod snimanja zapriječiti, da na filmu ne nastanu male nepravilnosti, nečistoće i grebotine, zbog kojih će kod reprodukcije filma nastati u zvučniku neki ton, koji određuje nivo smetnja.



Slika 173.

Kod dobrih aparatura za snimanje može se sasvim dobro snimiti tonove, koji se po jakosti odnose kao 1 : 10.000, tj. kod kojih je razlika u jakosti 40 decibela. Budući da je kod velikog orkestra razlika u jakosti tona između najjačega fortisima u najslabijeg pijanisima oko 30 decibela, to znači, da kod zvučnoga filma možemo snimiti i najjači i najslabiji intezitet glazbe nekog orkestra, a da prije spomenute smetnje ne će smetati.

Smetnje kod reprodukcije filma nastaju također zbog toga, jer je fotografska emulzija sastavljena od vrlo finih zrnaca, pa film i na onim mjestima gdje je prividno potpuno crn, propušta između tih zrnaca ipak nešto svjetlosti, pa to daje neki određeni šum, koji smeta. Iskustvo je pokazalo, da je ovaj efekt zrnca kod projekcije zvučnoga

filma manji, ako za rasvjetu filma kod reprodukcije upotrebljavamo crvenkastu rasvjetu (svjetlost s većom duljinom vala). Zbog toga su mnoge fotostanice izrađene s crvenkastim staklom ili se upotrebljavaju crveni filteri.

Kod izrađivanja filma snima se slika i zvuk, svaki na posebnu filmsku vrpcu, jer se slika i ton moraju razvijati po sasvim drugim principima, ako želimo kod projekcije filma dobiti dobre slike, te vjerni i neiskrivljeni ton. Od tako dobivenih negativa dobivaju se pozitivi. Budući da se svaka scena redovito snimi više puta i to često istodobno s različitih stanovišta, složi se najprije pozitivna kopija iz najboljih dijelova negativa, pa se prema tome udesi i onaj film, na kojem je snimljen ton. Kad je sve tako odabrano i udešeno, kopiraju se slika i ton na istu filmsku vrpcu onako, kako dolazi u promet. Ton je ukopiran na pozitiv prema internacionalnom dogovoru u daljini od 38 cm, što odgovara daljini od 20 sličica, od pripadne sličice. Za toliko je udaljen prozorčić, gdje se projicira slika od prozorčića, na kojem se reproducira ton. Ton je dakle na filmu ukopiran pred slikom. Kod kopiranja pozitiva za ton treba osobito paziti na neka svojstva pocrnjenja filmske emulzije, pa se zato dobre kopije mogu dobiti samo u posebnim zavodima, gdje se danas cijeli postupak obavlja u specijalnim strojevima i većim dijelom automatski. Ako nije film vrlo točno i stručno kopiran i razvijan bit će ton iskrivljen.

Ako već gotovom filmu naknadno dodajemo i ukopiramo ton kaže se, da je film naknadno sinhroniziran. Među takove filmove spadaju oni filmovi, koji se stavljaju u promet u nekoliko jezika (više verzija). Kod takovih filmova nikada nisu kod izgovaranja riječi vjerna gibanja usnica. Posebne metode i naročiti aparati omogućuju u tom slučaju onome, koji naknadno govori tekst u drugom jeziku, nego što je film sniman, da postigne što

bolju sličnost i vjernost. Isto tako mogu se naknadno kopirati na film različiti drugi akustički efekti, koji su snimljeni sasvim posebno od slike.

5. PRETVARANJE UPISANOG TONA U STRUJU

Nakon toga što je filmska vrpca prošla kroz vratašca projektora, dolazi nakon odvodnog transportnog valjka do aparature, gdje se svjetlost pretvara u električnu struju. U zvučnom prozorčiću pada na onu prugu, na kojoj je upisan ton fotografskim putem, kako smo malo prije opisali, slika pukotine, koja je osvijetljena posebnom malom žaruljom, ton-svjetiljka. Svjetlost te žarulje mora biti vrlo konstantna. Slika osvijetljene pukotine, koja pada na film, koji prolazi kroz zvučni prozorčić, duga je po prilici 3 mm, a široka je 0,02 mm. Može se uzeti da množina energije svjetlosti, koja pada na film nije veća od milijuntine vata na sekundu.

Pruga na filmu, na kojoj je upisan ton propušta na različitim mjestima različito svjetlost, jer znamo, da je pocrnjenje emulzije različito. Iza filmske vrpce namještena je sprava, koja može te različite intezitete svjetlosti pretvoriti u električne struje različite jakosti. U tu svrhu upotrebljavaju se danas gotovo isključivo samo foto-stanice (fotoćelije).

Takova foto-stanica osniva se na Hall wachsovom foto-efektu, kojega je on otkrio još godine 1888. Metalna ploča, koju osvijetlimo s jakim izvorom svjetlosti nabije se pozitivnim elektricitetom. Ako je ploča imala negativni naboj, ona taj naboj izgubi djelovanjem svjetlosti. Osobito se jako taj pojav opaža, ako se ploča osvijetli s ultraljubičastim zrakama. Kasnije su našli Elster i Geitel, da foto-efekt pokazuju alkali-metali, ako na njih padaju vidljive zrake svjetlosti. Iz takove ploče, koja je

osvijetljena izlaze elektroni, isto tako, kako smo to opisali kod tumačenja djelovanja elektronskih cijevi, kod kojih izbijaju elektroni iz usijane katode. Brzina, kojom se giblju ti elektroni nije ovisna o jakosti rasvjete, ali je o tome ovisna množina tih elektrona, tj. jakost struje ovisi o jakosti svjetlosti, koja pada na tu plohu.

Ako u evakuiranu cijev namjestimo dvije elektrode (kao na slici 158.), pa ih spojimo s baterijom, teći će kroz takovu cijev struja, ako katodu osvijetlimo. Elektrone, koji izbijaju djelovanjem svjetlosti iz katode, privlači anoda, pa se oni kroz cijev giblju od katode prema anodi. Ako povisujemo napetost, a jakost svjetlosti ostaje jednaka, bit će struja elektrona sve jača, dok ne postigne neku maksimalnu vrijednost, struja zasićenja. Ako je na elektrodama napetost nešto manja od one, kod koje nastaje struja zasićenja, pa mijenjamo jakost rasvjete, mijenjat će se jakost struje proporcionalno jakosti svjetlosti. U tu su svrhu osobito zgodni t. zv. alkali-metali (litium, natrium, kalium, rubidium, cesium). Svaka tvornica fotostanica ima svoju posebnu metodu, kako u cijevi taloži te slojeve kovina, koje izbijaju elektrone i to drži kao svoju tajnu i obično su te metode patentirane.

U principu se izrađuju te foto-stanice na slijedeći način: U staklenoj se posudi ispari mala množina srebra, koja se taloži na stijenama, kao vrlo tanki sloj srebra. Destilacijom ili kojim drugim načinom nanese se na tu srebrenu podlogu tanki sloj alkali-metala. Kao druga elektroda služi kovna mrežica, koja je namještena u sredini cijevi. Jedno mjesto na staklenoj posudi mora ostati prozirno, da može na sloj padati svjetlost. Ako je iz takovih staklenih posuda po mogućnosti što bolje isisan uzduh, zovu se one vakuum-stanice. Prednost ove vrsti stanica je u tome, da je foto-struja vrlo konstantna, ako je jakost svjetlosti konstantna, pa se zato u nauci mnogo upotrebljavaju

za različita mjerenja. Za svrhe zvučnog filma nije zgodna, jer je jakost struje, koja u njoj nastaje preslaba. Zbog toga se u tu svrhu upotrebljavaju t. zv. stanice s plemenitim plinovima koje su evakuirane i nakon toga punjene s nešto argona ili helijuma ili s mješavinom helium-neon.Ti plemeniti plinovi se upotrebljavaju zbog toga, jer kemijski ne reagiraju s alkali-metalima.

Kod ovakovih stanica, koje su punjene s plinovima nema pojave struje zasićenja, nego jakost foto-struje raste, ako povisujemo napetost, pa kod neke određene napetosti cijev počne svijetliti (Geisslerova cijev). Ta se napetost zove napetost paljenja. U tom slučaju jakost struje vrlo poraste, ali više ne možemo djelovati na jakost struje sa svjetlosti. Osim toga ovakovo izbijanje uz pojavu svjetlosti uništava stanicu. Ova je napetost paljenja po prilici oko 150 volta i na svakoj stanici je označena. Tlak uzduha u takovoj cijevi je po prilici 1/1000 normalnoga tlaka zraka, a redovito se upotrebljavaju napetosti između 60 do 100 volta.

Osjetljivost foto-stanica označuje se s mikroamperima po lumenima. Mikroamper je milijunti dio ampera, a lumen je jedinica za struju svjetlosti (strana 60.). Osjetljivost evakuirane foto-stanice s kalijem je 1 mikroamper po lumenu, s cesiumom 25 do 40 mikroampera po lumenu. Kod foto-stanice s cesiumom, koja je punjena plemenitim plinovima može osjetljivost narasti od 150 do 350 mikroampera po lumenu. Foto-stanice poznate pod imenom Phonopress-stanice (izrađuje ih tvornica Pressler, Leipzig) imaju osjetljivost od 300 do 600 mikroampera po lumenu.

Foto-stanice nisu jednako osjetljive za sve boje svjetlosti. Tako na pr. stanica s kalijem može dati vrlo jaku struju, ako je osvijetlimo sa slabom modrom svjetlosti. Ako želimo dobiti isto jaku foto-struju sa žutom svjetlosti, mora

jakost te svjetlosti biti mnogo veća. Budući da moderni aparati za reprodukciju tona upotrebljavaju struju svjetlosti između 0,02 do 1 lumena, to u fotostanicama nastaju struje jake 6 do 50 mikroampera.

Vakuum-stanice mogu bez iskrivljenja pretvarati promijenljivi intenzitet svjetlosti u električnu struju sve do frekvencije od nekoliko milijuna, pa se zato upotrebljavaju kod televizije. Stanice punjene plemenitim plinovima mogu to činiti do 5000 Hz. Kod većih frekvencija već se počne javljati tromost, ali se praktički može uzeti, da i one pretvaraju svjetlost u struju bez iskrivljenja do 8000 Hz, a to je za zvučni film dovoljno.

Kod projektora je još važno spomenuti, da film mora kroz zvučnu aparturu prolaziti što jednoličnije, ako želimo imati dobru i vjernu reprodukciju tona. Aparatura je složena tako, da se oni trzaji, kojima je film izložen na valjku malteškog križa što više umire. Postizava se to na taj način, da se smjer gibanja filma nekoliko puta mijenja i da se glavnom transportnom valjku u zvučnoj aparaturi doda velika masa, koja se zbog svoje ustrajnosti okreće vrlo jednoliko (vidi strana 149.).

Foto-stanice su redovito ugrađene u kovne kutije, da budu električni zaštićene od različitih izvanjskih utjecaja. Isto tako moraju i svi vodovi, koji vode od stanice do predpojačala biti u kovnim cijevima, da budu zaštićene.

6. PRETVARANJE STRUJE U ZVUK.

U foto-stanici mogu nastati promjene napetosti između 0,01 do 0,1 volta, što je više nego kod mikrofona, kako smo to opisali kod metode snimanja zvučnoga filma. Budući da su jakosti struje kod foto-stanica oko 10 mikroampera, to dobivena električna energija iznosi samo milijuntinu vata, a za reprodukciju tona u kinokazalištu — prema veličini

dvorane — trebamo 10 do 50 vata, to je potrebno, da tu električnu energiju, koja nastaje u foto-stanici nekoliko milijuna puta pojačamo.

Izmjenična struja, koja nastaje u foto-stanici djelovanjem svjetlosti vodi se do predpojačala u posebnom kabelu, koji je kako smo malo prije kazali električki zaštićen, a osim toga građen tako, da je kapacitet što manji, jer se inače u njemu uguše visoki tonovi.

Kako smo već pokazali kod opisivanja elektronske cijevi možemo napetost ove niskofrekventne struje pojačati u pojačalima s nekoliko stepena. Konačno dolaze te struje u konačno pojačalo, gdje se pojača i jakost struje, pa se dobije toliko energije, da se mogu staviti u pogon veliki zvučnici.

Kod zvučnoga filma upotrebljavaju se samo elektrodinamički zvučnici. U principu sastoji on od jakoga elektromagneta, te male i lake uzvojnice od vrlo tanke žice, koja se može gibati među polovima magneta. Uzvojnica je u mehaničkoj vezi s membranom, koja može titrati. Ako kroz žicu uzvojnice teku pojačane struje fotostanice, membrana počne titrati, a zbog toga i uzduh, koji se nje tiče, pa tako nastaju u uzduhu zgušćaji i razređaji. Ti se šire kroz uzduh u prostor, pa dolaze do našega uha i mi čujemo ton.

Da se pojača ton zvučnika treba ga namjestiti tako, da bude prostor pred membranom odijeljen od onoga iza membrane, jer se onda ne će tako lako moći izjednačiti tlak ispred i iza membrane. Zvučnici se zbog toga redovito montiraju na drvene ploče, koje su tako konstruirane, da nemaju svoje vlastite frekvencije.

Točna mjerenja su pokazala, da svaka vrst zvučnika ima svoje dobre i loše strane. Tako neki zvučnik vrlo dobro i vjerno reproducira visoke tonove, a drugi naprotiv

samo duboke. Boja tona zvučnika s rogom je sasvim drugačija, nego zvučnika, koji je učvršten na daski itd. Zbog toga danas redovito aparature za zvučni film imaju kombinaciju različitih zvučnika, koji svi zajedno rade i tako se poboljša reprodukcija.

Korisni efekt zvučnika određen je omjerom one energije, koja se od njega širi u obliku zvučnih valova i primljene električne energije. Korisni efekt današnjih zvučnika još je vrlo malen i iznosi najviše 10 do 20%. Ovo je pitanje od velike praktične važnosti, jer treba fotostruje tim manje pojačavati, što je korisni efekt zvučnika veći. Za kinokazališta uzima se jednostavno praktično pravilo, kojim se može odrediti potrebna akustična energija. Potrebno je toliko vata, koliko dobivamo, ako broj sjedišta u dvorani podijelimo se 1000. Na pr. ako ima u kazalištu mjesta za 2000 posjetioca, potrebna je akustična energija od 2 vata. Ako zvučnik radi s korisnim efektom od 20% treba dakle upotrebiti konačno pojačalo s izlaznom energijom od 10 vata. Ako želimo imati i neku rezervu — što je u svakom slučaju potrebno — moramo uzeti pojačalo od 15 do 20 vata.

IX. DODATAK

IZVADAK IZ ZAKONA O RADNJAMA

od 5. XI. 1931

§ 1.

(1) Pod naređenja ovoga Zakona potpada svaki redovan, samostalan i nezabranjen rad.

(2) Ukoliko nije drugčije određeno, ne potpadaju pod ovaj zakon:

(ostalo ispustivši)

11. Naučna predavanja, umjetničke predstave i umetnički koncerti, sa izuzetkom kinematografa;

(ostalo ispustivši)

§ 3.

(1) Radnje se dele na:

1. radnje koje se obavljaju na osnovi ovlašćenja opšte upravne vlasti (§ 96);

2. radnje koje se obavljaju na osnovi dozvole opšte upravne vlasti;

(3) Po dozvoli opšte upravne vlasti prvog stepena mogu se obavljati radnje koje su ovim zakonom izričito označene (§ 60).

§ 60.

(1) Radnjama koje se u smislu § 3 stav 1 t. 2 mogu obavljati uz dozvolu smatraju se:

(ostalo ispustivši)

23. kinematografi;

§ 61.

(1) Dozvola za obavljanje radnje navedene u § 60 stav 1 može se dati licu koje ispunjava opšte uslove za osnivanje radnje i pouzdano je za njeno vođenje.

(2) Ova se dozvola ne može dati licu koje je maloletno, koje se nalazi pod starateljstvom ili stečajem, protiv koga se vodi sudska istraga radi zločinstva učinjenog iz koristoljublja ili protiv javnog morala ili po zakonu o zaštiti javne bezbednosti i poretka u državi, koje se nalazi u istražnom zatvoru radi ma kojega kažnjivog djela, koje je presudom suda suđeno zbog kojega kažnjivog dela dok ne izvrši kaznu lišenja slobode, koje se nalazi u zavodu za mere bezbednosti koje su skopčane lišenjem slobode, protiv koga se vodi isleđenje za kriumčarenje ili koje je osuđeno zbog krijumčarenja dok ne izdrži kaznu lišenja slobode.

(3) Dozvole za radnje navedene pod točkama (ostale ispustivši) 23 kao i za industrijske radnje navedene u stavu 3 i 4 § 60 davaće se po slobodnoj oceni s obzirom na opšte interese i na interese narodne privrede...

§ 62.

Za obavljanje radnja navedenih u § 60 stav 1 i 2, može Ministar trgovine i industrije u sporazumu sa zainteresovanim ministrima a po saslušanju komora uredbom propisati naročite odredbe kao i poseban dokaz spreme. On može za ove radnje izdati posebne poslovne redove, bliže regulisati rad, propisati odredbe za uređenje poslovnica, radionice i postrojenja; on može imaocima radnja staviti u dužnost vođenje posebnih poslovnih knjiga i spiskova u koje će se upisivati potrebni podaci o radu, ograničiti broj pomoćnog osoblja i odrediti njihovu starost, njihov prijem obavezati na prethodni lekarski pregled i propisati potrebne odredbe iz javnih obzira. Ove odredbe propisaće se u pogledu radnja pod (ostalo ispustivši) 23 u sporazumu sa Ministrom unutrašnjih poslova.

§ 77.

(1) Dozvole za ugostiteljske radnje daće se samo u zgradama i lokalima (prostorijama) koji su udešeni za pristojno primanje gostiju a naročito moraju biti higijenski uređeni. Ovi lokali moraju se pre izdavanja dozvola komisijski pregledati da li odgovaraju zakonskim propisima. Ministar trgovine i industrije doneće u sporazumu sa Ministrom unutrašnjih poslova, Ministrom socijalne politike i narodnog zdravlja i Ministrom građevina uredbu o propisima za podizanje i uređenje ugostiteljskih radnja.

(2) Ove radnje mogu se obavljati samo u lokalu za koji je izdana dozvola. U prostorijama u kojima se obavljaju ugostiteljske radnje mogu se istovremeno obavljati kinematografi samo u koliko je dozvoljeno § 80 ovoga zakona

(ostalo ispustivši)

§ 80.

(1) Dozvole za kinematografe važiće samo za ona preduzeća koja su propisno uređena i koja odgovaraju građevinskim propisima. Dozvole za kinematografe moći će se povremeno davati za prikazivanje pretstava i u prostorijama postojećih pozorišta, koncertnih zgrada i sl. izuzetno i u prostorijama ugostiteljskih radnja pod t. 2, 4, 5 i 9 stava 1 § 76 (2 restoran, 4 gostionica, 5 kafana, 9 krčma (mehana) ako imaju propisno građenu i uređenu prostoriju za kinooperatera iz koje se prikazuju filmovi (kabina za operatera) i ako se obzirom na javnu bezbednost mogu u ovim prostorijama priređivati pretstave. Ovakove dozvole izdavaće se povremeno na rok.

(2) Ministar trgovine i industrije doneće u sporazumu sa Ministrom građevina i Ministrom unutrašnjih poslova uredbu o propisima za podizanje i uređenje kinematografa. Ujedno će Ministar trgovine i industrije propisati odredbe o stručnom spremanju kinooperatera i polaganju njihovih ispita.

§ 96

(1) Nadležna upravna vlast razmotriće podnesak i ako nađe da lice koje je podnelo podnesak ispunjava sve zakonske uslove za obavljanje radnje i da ne postoje zakonske zapreke s obzirom na poslovanje i

mesto rada, izdaće u roku najdalje petnaest dana od prijema podneska ovlašćenje odnosno za radnje iz § 60 u roku od 30 dana dozvolu. U istim rokovima ima se moliocu dati i rešenje kojim se molba odbija. Kod radnja za koje je propisana dozvola bana odnosno ministra (§ 60 stav 3 i 4), dozvola izdavaće se u roku od najdalje 60 dana. Isti rok važi i za rešenje kojim se molba odbija.

(2) Ako vlast na usmenu prijavu ne izda odmah ovlašćenje, moliocu se ima izdati odmah pismena potvrda o prijemu prijave. Na pismeni podnesak izdaće se ovakova potvrda u roku od 48 sati. Ova potvrda ne daje još pravo na rad.

(3) Za radnje za koje je u smislu §§ 105 i slijedećih potrebno posebno odobrenje za podizanje radionica i postrojenja izdavaće se prethodno ovlašćenje odnosno dozvola.

(4) U pogledu ocene, načina i mjesta poslovanja, može se shodno § 106 stav 2 odrediti na trošak molioca komisijski uviđaj.

§ 102.

(1) U nadležnost bana spada izdavanje dozvola iz § 60 stav 1 za: (ostalo ispustivši)

18. kinematografi (t. 23 stav 1 § 60.)

(4) Akcionarskim društvima, društvima sa ograničenom odgovornošću i privrednim zadrugama koje nameravaju da obavljaju neku radnju iz § 60 stav 1 daće ban dozvolu za obavljanje rada zajedno sa dozvolom sa osnivanje, ako je za to nadležan. Isto važi i za društva sa ograničenom odgovornošću, ako je za njihovo osnivanje propisana dozvola.

§ 105.

(1) Radionice i prostrojenja (§ 4 stav 5: U slučajevima gdje je po ovome Zakonu za podizanje radionica i postrojenja potrebno odobrenje §§ 105 i 107) ima se pre, nego što se izda odobrenje za podizanje (gradnju) radionice ili postrojenja, izdati prethodno ovlašćenje odnosno dozvola) preduzeća u kojima se upotrebljavaju naročita ognjišta, parne mašine, motori, vodena ili kakova druga prirodna snaga ili koja mogu da budu za okolne stanovnike i javne ustanove, te radnike u njima opasna ili neprijatna štetnim utjecajem na zdravlje, ugrožavanjem sigurnosti, neugodnim mirisom, neobičnom bukom ili tresenjem, ne mogu se podizati bez posebnoga odobrenja za podizanje radionice ili postrojenja i njihovog tehničkog uređaja.

(2) Ovakove radionice i postrojenja mogu se podizati pošto se provede prethodni postupak nadležne opšte upravne vlasti po § 106 ili §§ 108 i sledećim u cilju uklanjanja pomenutih štetnih uticaja i opasnosti. Postupak po §§ 108 i sledećim primenjivaćese samo za preduzeća (radionice i postrojenja) izrično pomenuta u § 107. Za sve ostale radionice i postrojenja važiće postupak po § 106.

§ 106.

Radionice i postrojenja radnja, koje nisu pobrojane u § 107 a inače postoje opasnosti pomenute u § 105, mogu se podizati pošto se molilac obrati podneskom za odobernje podizanja nadležnoj opštoj upravnoj

vlasti. Vlast će po zvaničnoj dužnosti ispitati i utvrditi prilike koje dolaze u obzir pri tom podizanju i propisat će sve uslove i eventualna ograničenja u pogledu uređaja radionice ili postrojenja i rada. Pri tom se moraju imati naročito u vidu obziri na zdravlje i sigurnost lica zaposlenih u radnji, interesi javnoga zdravlja i sigurnosti, kao i obziri da radionice i postrojenja ne smetaju crkvama, hramovima, bogomomaljama, javnim nastavnim zavodima, bolnicama i drugim javnim ustanovama.

(2) Komisijski uviđaj na licu mjesta nadležna upravna opšta vlast će preduzeti u slučaju ako se to ukaže potrebnim. Uviđaj neće se preduzimati ako se iz predloženih akata vidi, da se podizanje radionice ili postrojenja može odobriti. Isto tako neće se komisijski uviđaj preduzimati, ako se iz predloženih akata vidi, da molbu treba odbiti.

(3) Rešenje po ovim podnescima ima se doneti najdalje u roku od 30 dana.

§ 112.

(1) Odobrenje (odluka) za gradnju radionice ili postrojenja ima se donesti najdalje u roku od 15 dana od dana zaključka komisijske rasprave. Odobrenjem ima se odlučiti da li se i pod kojim uslovima projektovana radnja ili postrojenje odobrava. Ono mora da sadrži građevinske uslove, ostale komisijske zaključke i uslove i sve razloge zbog kojih se odobrenje izdaje ili radi kojih se propisuju izvesne izmene i uslovi ili odbacuju prigovori učesnika.

(2) Odluka kojom se molba odbacuje mora da sadrži razloge radi kojih se uskraćuje odobrenje.

(3) Odluka saopštiće se pismeno moliocu, tehničkom odeljku i svim interesiranim vlastima, kao i onim učesnicima koji su podigli kakav prigovor na raspravi. Vlast će overiti i odobriti sve primerke nacrta i vratiti jedan primerak moliocu. Preostali primerak zadržava vlast za sebe i stavlja ga u arhivu. Opština i nezadovoljni učesnici imaju protivu odluke pravo žalbe na višu vlast. Pre rešenja žalbe ne može se gradnjom započeti.

(4) Odobrenje (odluka) prestaje važiti ako se gradnja radionice ili postrojenja ne počne za godinu dana ili ako se rad na gradnji prekine za vreme duže od dve godine. Ovi se rokovi mogu iz opravdanih razloga produžiti najviše za godinu dana.

(5) U slučaju promene u licu imaoca odobrene radionice ili postrojenja sva prava i dužnosti pobrojana u odobrenju (odluci) prelaze na novoga imaoca.

§ 113.

(1) Po svršetku radova na gradnji radionice ili postrojenja imalac radnje mora da podnese nadležnoj opštoj upravnoj vlasti prijavu da je gradnja izvršena prema izdatom odobrenju.

(2) U prijavi se moraju naznačiti i sve eventualne izmjene učinjene u toku rada i priložiti odnosni izmenjenj nacrti.

(3) Nadležna vlast će po prijemu ove prijave odrediti da se u roku od 15 dana izvrši novi komisijski pregled podignute radionice ili postrojenja na licu mjesta. Ovom pregledu učestovaće potrebni stručni

predstavnici vlasti i o radu komisije sastaviti zapisnik. U zapisniku utvrdiće se da li su ispunjeni svi raniji uslovi odobrenja i da li se radionica ili postrojenje može upotrebiti za namenjenu svrhu.

(4) Na osnovi komisijskog zapisnika izdaće vlast u roku od 8 dana odobrenje za upotrebu kao i konačno ovlaštenje odnosno dozvolu za rad. Ovlaštenje odnosno dozvola zameniće predhodno izdano ovlaštenje odnosno dozvolu (stav i § 96 stav 5.)

(5) Redovan rad u radionici ili postrojenju ne sme se započeti pre izdatog odobrenja za upotrebu.

(6) U pogledu izdavanja odobrenja za upotrebu imaju se inače primeniti odgovarajuća naređenja § 112.

§ 114.

Ukoliko je potreban i postupak po građevinskom zakonu, pa zakonu o vodama i drugim zakonima, ovaj se postupak ima po mogućstvu provesti zajedno za postupkom po §§ 108 i sledećim. Samo izuzetno, ako tehnički ne bi bilo moguće da se spoje ovi postupci, mogu se oni posebno provoditi.

§ 115.

(1) Svi troškovi za postupak padaju na teret učesnika koji traži odobrenje. Jedino troškovi prouzročeni proizvoljenim prigovorima učesnika padaju na teret onog učesnika koji je te prigovore podigao.

(2) U pogledu komisijskih troškova nadležna opšta upravna vlast postupaće prema odredbama §§ 167 do 170 zakona o opštem upravnom postupku i dužna je da moliocu izda pismenu odluku o plaćanju troškova za komisijski postupak. Ova odluka može se doneti zajedno sa odobrenjem odnosno sa odobrenjem za upotrebu.

§ 116.

(1) Odobrenje za upotrebu izdaje se redovno na neodređeno vrijeme, ali ako zato ima naročitog razloga, može se odobrenje ograničiti na rok.

(2) Po isteku ovog roka može se važnost odobrenja za upotrebu još produžiti na neodređeno vreme, ako to nije protivno javnim interesima.

(3) Kada isteče određeno ili produženo vreme odobrenje radionica ili postrojenje može se ukloniti, bez ikakove otštete, na trošak i opasnost imaoca preduzeća.

§ 117.

(1) Odobrenje za upotrebu prestaje važiti ako se ne počne rad u odobrenoj radionici ili postrojenju za godinu dana ili ako se rad u njima prekine za vreme duže od dve godine.

(2) Na molbu imaoca preduzeća, radionice ili postrojenja, mogu se ako ima važnoga razloga prednji rokovi produžiti po nadležnoj opštoj upravnoj vlasti.

§ 118.

(1) Svaku bitnu izmenu ili proširenje radionice ili postrojenja u mestu, konstrukciji, obimu ili rasporedu, kao i svaku bitnu izmenu

u proizvodnji dužan je imalac preduzeća prijaviti nadležnoj opštoj upravnoj vlasti pre no što pristupi izvođenju tih izmena. Vlast će odustati od određivanja novoga postupka po §§ 108 i sledećim, ako se radi o manjim izmenama i ako vlast nađe da štetni uticaji i opasnosti pomenuti u § 105 ne postoje, i da su javni interesi ranije izdatim merama dovoljno obezbeđeni.

(2) Ako nastane promena u licu imaoca preduzeća, nije potrebno da se izda novo odobrenje u smislu §§ 112 i 113.

§ 119.

(1) Protiv radionica ili postrojenja koje je podignuto na osnovi propisano obavljenoga postupka i izdatog odobrenja niko od okolnih stanovnika nema više pravo da traži zabranu rada.

(2) Ako se naknadno pokaže, da radionica ili postrojenje, podignuto na osnovi punovažno izdatog odobrenja, nanosi nepredviđenu štetu ili da usled rada nastanu od njega opasnosti i neprilike za okolne stanovnike ili ako neobičnom lupom i tresenjem smeta crkvama, hramovima, bogomoljama, javnim nastavnim zavodima, bolnicama i drugim javnim ustanovama ili da zbog svog položaja u jako naseljenim ulicama ili mestima postane opasnost da će lako prouzrokovati požar, može nadležna opšta upravna vlast u cilju otklanjanja opasnosti i štete ovakovoj radionici ili prostrojenju posle provedene rasprave u smislu §§ 108 i sledećih propisati naročite mere i ograničenja u radu ili potrebne promene i preinake na zgradi.

(3) Na isti način može opšta upravna vlast postupiti i sa radionicama ili postrojenjima koje nisu podložne odobrenju u smislu §§ 108 i sledećim, a inače proizvode opisane štetne utjecaje i opasnosti.

§ 120.

(1) Ako se štetni uticaj i opasnosti pomenute u § 119 stav 2 ne mogu ukloniti označenim merama, radionica ili postrojenje može se uz potpunu otštetu eksproprisati ili rad obustaviti (§ 124).

(2) Potreba i obim odobrenja za eksproprijaciju ili obustavljanje rada preduzeća vršiće se samo sa gledišta opštih javnih interesa a nikada privatnih.

(3) Eksproprijacija ili obustavljanje rada izvršiće se po zakonu o eksproprijaciji. Po pomenutom zakonu utvrđuje se i otšteta za izvlašćenje.

§ 121.

Za obavijanje i provađanje postupka oko izdavanja odobrenja za podizanje radionica i postrojenja po § 106 i §§ 108 i sledećim, nadležne su opšte upravne vlasti prvoga stepena i gradska načelstva s pravom opšte upravne vlasti prvoga stepena izuzev slučajeve koji su po §§ 122, 123 i 124 ovoga zakona pridržani za nadležnost bana odnosno Ministra trgovine i industrije.

§ 122

(1) Ban je nadležan za obavljanje svih poslova oko izdavanja odobrenja i odobrenja za upotrebu ovih preduzeća, radionica i postrojenja:

(ostalo ispustivši)

2. podizanje kinematografa;

§ 176.

(1) Radnje bez stalnog poslovnog mjesta (lokala) mogu se obavljati radom po ulicama i idući od mesta do mesta i od kuće do kuće. Ovim načinom rada ne mogu se istovremeno baviti lica koja imaju u smislu § 3 stav 1 t. 1 i 2 zakona ovlašćenje ili dozvolu za obavljanja radnje.

(2) Ove radnje mogu se obavljati samo na osnovi naročite dozvole opšte upravne vlasti prvog stepena na čijem području se nalazi stalno boravište moliočevo. Dozvola za ove radnje može se izdati samo državljanima Kraljevine Jugoslavije koji su vredni povjerenja i pouzdani. Od toga može činiti izuzetak samo Ministar trgovine i industrije.

§ 179.

(1) Neće se davati dozvola licima:

1. koja nisu navršila 25 godinu života;
2. koja boluju od kakve zarazne bolesti;
3. koja su pod zaštitnim nadzorom (§ 56 k. z.);
4. koja su osuđena zbog zločinstva ili prestupa učinjenih iz koristoljublja ili protiv javnoga morala ili po zakonu o zaštiti javne bezbednosti i poretka u državi, ili u povratu zbog zločinstva ili prestupa protiv života i tela, dok u svim ostalim slučajevima ne postignu povraćaj prava i rehabilitaciju;
5. koja su odana skitničenju, prosjačenju, bludničenju, ili pijančenju, a u piću su skloni izgredima;

(2) Dozvola se može uskratiti i licima koja su bila kažnjena radi neodržavanja propisa za vršenje radnje u smislu ove glave ili radi kriumčarenja.

§ 180.

(1) U pograničnim i drugim krajevima kao i pojedinim gradovima i mestima može Ministar trgovine i industrije u sporazumu s Ministrom unutrašnjih poslova i Ministrom financija pravilnikom ovakav rad ograničiti ili potpuno zabraniti.

(2) Kada se pojavi neka zarazna bolest može nadležna opšta upravna vlast prvoga stepena u slučaju nužde, a u interesu javne bezbednosti, odrediti privremenu zabranu za obavljanje ovakovog rada u pojedinim mjestima i krajevima. Ova zabrana ima se naknadno dostaviti banu na odobrenje.

§ 183.

(1) Dozvola za obavljanje radnje u smislu ove glave davaće se u obliku knjižice čiji će se obrazac propisati pravilnikom. Dozvola mora sadržavati lične podatke imaoca radnje i tačno naznačiti robu kojom može trgovati kao i rad koji može obavljati. Dalje mora u izvatku sadržati propise ovoga zakona i pravilnika izdanih na osnovi zakona u koliko su potrebni imaocu za upravljanje, kao i naznačiti mjesta u kojima je takav rad zabranjen.

(2) Imalac dozvole dužan je da uvek ju nosi sobom i pokaže na zahtev organa vlasti. On ne sme da je da drugom licu na upotrebu.

§ 184.

(1) Dozvole za obavljanje ovih radnja izdavaće se za vreme od jedne godine i mogu se po isteku ovoga roka produžavati iz godine u godinu.

(2) Dozvolu može produžiti samo ona opšta upravna vlast koja ju je izdala, i to po ponovnoj oceni svih zakonskih uslova.

(3) Za izdate dozvole nadležne opšte upravne vlasti voditće poseban registar.

§ 185.

Dozvola za obavljanje radnja u smislu ove glave može se u svako vreme oduzeti, ako nastupi neka okolnost, radi koje se po naređenjima ovoga zakona ne bi mogla izdati. Dozvola će se oduzeti i u slučajevima § 400 stav 1 t. 3 zakona.

§ 186.

(1) Po propisima ove glave postupiće se i u pogledu ambulantnog rada putujućih kinematografa, vršaćih mašina, traktora, motornih pila i sl. Za obavljanje ovih radnja ban može prema potrebi izdati posebne propise.

(2) Dozvolu za rad putujućih kinematografa davaće ban.

§ 323.

Za rukovaoce parnih mašina i kotlova kao i za njihove ložače te za rukovaoce električnim postrojenjima i aparatima za razvijanje acetilena, te kinooperatere propisaće Ministar trgovine i industrije pravilnikom posebnu stručnu spremu i polaganje naročitih ispita. Ovi će se ispiti polagati kod banske uprave.

(2) Pravilnicima će se propisati predneti za teorijsko i praktično polaganje predviđenih ispita, te način obrazovanja i sastava komisije.

Na osnovi § 323 Zakona o radnjama od 5. novembra 1931. god. propisujem

PRAVILNIK

o polaganju ispita za kinooperatere

Član 1.

Za samostalno rukovanje kinooperaterskim postrojenjima u bioskopskim preduzećima predviđa se zvanje kinooperatera.

Član 2.

Ispit za kinooperatera mogu polagati lica:

1) koja su izučila jedan od zanata: elektrotehnički, elektroinstalaterski, mašinbravarski, mehaničarski ili preciznomehaničarski i praktično radila najmanje šest meseci kod kinoaperaterskih postro-

jenja, ili su, mesto praktičnog rada, svršila naročiti kurs za kinooperatere;

2) koja su svršila najmanje četiri razreda srednje ili njoj ravne škole ili koja su svršila zanatsku ili majstorsko delovodsku školu mašinske ili elektro-mašinske struke, i bila na praktičnom radu šest meseci kod kinooperaterskih postrojenja, ili su, mesto praktičnog rada, svršila naročiti kurs za kinooperatere.

Član 3.

Ispit za kinooperatere polaže se pred ispitnom komisijom kod banskih uprava.

Ispitna komisija sastoji se od pretsednika i dva člana, od kojih je jedan elektromašinski inžinjer, a drugi mašinski inžinjer. Pretsednika i članove komisije postavlja ban na tri godine iz reda: činovnika banskih uprava, profesora tehničkog fakulteta, srednjo-tehničkih škola, ovlašćenih elektro-mašinskih i mašinskih inžinjera i kinooperatera.

Pretsedniku i članovima komisije postavljaju se zamenici koji ih zamenjuju u slučaju njihove sprečenosti.

Član 4.

Za člana ispitne komisije iz reda ovlašćenih mašinskih inžinjera i kinooperatera može se postaviti samo državljanin Kraljevine Jugoslavije, koji nije pod starateljstvom ili stečajem. Ne može se postaviti lice: koje je sudskom presudom osuđeno na gubitak časnih prava dok n postigne povraćaj prava ili rehabilitaciju; koje se nalazi pod sudskom istragom ili koje je stavljeno pod optužbu zbog zločinstva ili zbog prestupa učinjenog iz koristoljublja ili protiv javnog morala; protiv koga je određena mera bezbednosti, skopčana lišenjem slobode ili zaštitnog nadzora ili zabrane posećivanja krčme ili zabrane vršenja poziva, ako ove mere još traju.

Član 5.

Ako kod kojeg člana komisije nastupe okolnosti pomenute u čl. 4. ovog Pravilnika ban će ga razrešiti i na njegovo mesto postaviti novog člana.

U slučaju da se jedan član nalazi pod sudskom istragom ili je stavljen pod optužbu ne prestaje članstvo, no dotični član neće svoju dužnost vršiti dok istraga nije pravosnažno obustavljena ili krivični postupak dokončan izvršnom presudom ili rešenjem suda. Za to vreme njegovu dužnost obavlja zamenik.

Član 6.

Članovi komisije ne mogu biti lica koja su u srodstvu sa kandidatom u pravoj ili pobočnoj liniji do drugog stepena i kod kojih je kandidat bio zaposlen u toku godine koja neposredno prethodi ispitu. Članovi komisije koji su sa kandidatom u srodstvu ili zavadi biće izuzeti. Njihove poslove vršiće tada zamenici.

O izuzeću člana komisije odlučuje ban odlukom koja je izvršna.

Član 7.

Dužnost članova ispitne komisije je obavezna i ne sme se otkloniti bez važnog razloga.

Ako član ispitne komisije bez opravdanog razloga neće da vrši uredovno svoju dužnost pretsednik komisije će ga pismeno opomenuti da dužnost uredovno vrši. U slučaju ponovne neurednosti može ga ban na predlog pretsednika rešiti dužnosti članstva komisije.

Ako pretsednik ne vrši svoju dužnost razrešiće ga ban dužnosti i postaviti novoga.

Član 8.

Dužnost pretsednika je da prima prijave kandidata za ispit, pravi raspored ispita, pretsedava ispitnim komisijama, podnosi banskoj upravi izveštaj, stara se o registru prijava za polaganje ispita i o vođenju zapisnika.

Članovi ispitne komisije dužni su da prisustvuju ispitu, da pismene zadatke pregledaju i da kandidate po ispitnim predmetima ispitaju i ocene.

Član 9.

Prijavu za polaganje ispita podnosi kandidat pismeno neposredno nadležnoj banskoj upravi. Uz prijavu treba naznačiti da li je već jednom polagao ili ne ovaj ispit.

Uz prijavu priložiće:

1) svedočanstvo o pomoćničkom ispitu iz svog zanata (čl. 2. st. 1), odn. svedočanstvo o svršenoj školi (čl. 2. st. 2);

2) uverenje o praktičnom radu od 6 meseci kod kinooperaterskih postrojenja, odno. uverenje o svršenom naročitom kursu za kinooperatere;

3) dokaz o punoletstvu;

4) dokaz o državljanstvu;

5) uverenje o vladanju i

6) potvrdu o položenoj ispitnoj taksi.

Član 10.

Ispitna taksa za kinomehaničare i kinofotografe iznosi 300.— Dinara od koje sume dobija svaki član ispitne komisije po 100.— Dinara.

Član 11.

Primljenu rpijavu banska uprava dostavlja Pretsedniku ispitne komisije, koji ispituje priloge i odlučuje da li se kandidat može pustiti na ispit.

Član 12.

Ispit za kinooperatere sastoji se iz teoretskog i praktičnog dela.

Na teoretskom delu ispita treba kandidat da dokaže:

1) da poznaje: bioskopska postrojenja i instalacije, električna postrojenja i instalacije, pogonske mašine i aparate te njihovo održavanje i osiguranja za bezbednost;

2) da poznaje rad bioskopskih postrojenja, rad pogonskih mašina i aparata za proizvodnju i iskorišćavanje električne energije i njihovu spregu;

3) da zna proračunavati vodove u vezi sa mašinama, aparatima i električnim osvetlenjem zgrade;

4) da poznaje filmove, njihovu montažu, projektovanje i održavanje, da poznaje materijal i alat potreban pri radu kinooperaterskih postrojenja.

Na praktičnom delu ispita treba kandidat da dokaže u bioskopu da zna samostalno rukovati svim kinooperaterskim postrojenjima, da zna ispitati i iznaći greške u njihovom radu i da ih zna dovesti u ispravno stanje.

Član 13.

Ocena kandidata je: »položio ispit« ili »nije položio ispit«.

O ispitu kandidata vodi se zapisnik u koji se upisuje uspeh iz teoretskog i praktičnog dela ispita. Ocenu predlaže ispitivač, a utvrđuje ispitna komisija. Pretsednik određuje između članova ispitivača delovođu zapisnika. Zapisnik se ima zajedno sa eventualnim posebnim primedbama članova ispitne komisije uz izveštaj podneti nadležnoj banskoj upravi. Svi zapisnici imaju se čuvati kao akta ispitne komisije u arhivi banske uprave.

Član 14.

Kandidat koji je sa uspehom položio ispit dobija svedočanstvo koje mu izdaje, u ime ispitne komisije, banska uprava. Svedočanstvo potpisuje pretsjednik i članovi komisije. Na svedočanstvu se ima utisnuti pečat ispitne komisije.

Kandidat koji nije zadovoljio na ispitu može ispit ponoviti u roku od najmanje 3 meseca.

Član 15.

Na području banovine kontrolu nad radom ispitnih komisija vrši ban, a vrhovnu kontrolu, Ministar trgovine i industrije.

Svi poslovi koji su po ovom Pravilniku povereni banu odnosno banskoj upravi vršiće se preko odeljenja (otseka) za trgovinu, obrt (zanatstvo) i industriju banskih uprava.

Član 16.

Poslove koje po ovom Pravilniku vrši banska uprava vršiće na podrručju Uprave grada Beograda Komesar Ministarstva trgovine i industrije za grad Beograd. Članove ispitne komisije postavlja Ministar trgovine i industrije. Članovi komisije mogu biti pored označenih u čl. 6 Pravilnika, i činovnici, mašinski inžinjeri Ministarstva trgovine i industrije, građevina i saobraćaja.

Član 17.

Onima koji su svršili stručnu školu u zemlji ili na strani, ili položili ispit za kinooperatera na strani, priznavaće Ministarstvo trgovine i industrije zvanje kinooperatora odn. pravo na polaganje ispita za kinooperatera.

Član 18.

Lica koja na dan stupanja na snagu ovog Pravilnika rukuju samostalno kinooperaterskim postrojenjima stiču prava na polaganje ispita, i ako ne ispunjavaju uslove čl. 2 Pravilnika.

Lica koja su pre stupanja na snagu ovog Pravilnika 5 godina samostalno rukovala kinooperaterskim postrojenjima stiču prava na zvanje kinooperatera bez ispita.

Priznanje da je neko stekao pravo za ispit i za zvanje kinooperatera po ovom članu vrši Ministarstvo trgovine i industrije.

Član 19.

Priznaje se zvanje kinooperatera po ovom Pravilniku onima koji su položili ispit za majstora kinooperatera po st. srp. Zakonu o radnjama, kao i onima koji su na području ovog Zakona protokolisali firmu radnje za majstora kinooperatera.

Član 20.

Ovaj Pravilnik stupa na snagu danom proglašenja u »Službenim novinama«, pa se ukidaju raniji propisi o polaganju ovih ispita.

III Br. 42.436
17 novembra 1933 god.
Beograd

Ministar trgovine i industrije
Dr. I. Šumenković s. r.

Napomena: — Pravilnik je proglašen u broju 273-LXXX »Službenih novina« od 28 novembra 1933.

Iz »ZBIRKE« zakona i uredaba godina 1933 svezak XI. broj 254.—296
Godište VII.
strana 1308.

ABECEDNO KAZALO

Acetilceluloza 16
Aceton 21
Adaptacija oka 28
Aditivna metoda 43
Agfa-color 45
Akustički pojavi 217
Alkali-metali 253
Amaterska kinematografija 189
Amilni acetat 21
Amper 77
Ampermetar . . . 93, 139
Amperni zavoji 91
Analizator 247
Anoda 231
Anodna baterija 243
Apsorpcija 38, 182
Automatski osigurač . . 86
Automatski zaklopac . . . 168

Bikonveksna leća 46
Boja tona 218
Brojilo električno 97
Brzina filma 16

Cagnard la Tour — sirena . 219
Celofan 216
Celuloid 13, 177
Cesium 254
Cooper-Hewitt ispravljač . 136

Čarobna ploča 7
Čarobni bubanj 7

Decibel 225
Desnog palca pravilo . . . 90
Difuzno raspršenje svjetlosti 32
Dijapozitiv 58
Dimenzije filma 17
Dinamoelektrični princip . 128
Dinamo s glavnim spojem 130
Dinamo s nusspojem . . . 130
Dinamostrojevi 125
Direktna rasvjeta 68
Direktno grijanje cijevi . . 242
Divergentne zrake 34
Dobri vodiči 82
Dvolom svjetlosti 246
Dvorana — rasvjeta . . . 67
Dufay-color 39

Edison 227, 13
Edisonovo grlo 100
Efekt zrnca 250
Efektni ugljeni 102
Električna napetost . . . 75
Električna rasvjeta . . . 98
Električna struja 75
Električni luk 101
Električno zvonce 91
Elektrode 75, 231
Elektrodinamički mikrofon. 229
Elektrodinamički zvučnik . 256
Elektromagnet 89
Elektromagnetički sistem . 248
Elektromagnetičko djelovanje struje 139
Elektromotor 133
Elektromotorna sila . . . 75
Elektron 232
Elektronska cijev 231
Elektrooptički sistem . . . 248
Elektrotehnika 75
Eliptično zrcalo 51
Emisija elektronske cijevi . 233
Etilceluloza 17

Fenekistoskop 7
Fiks-fokus aparat 205
Film — prvi 143
Filmska salata 193
Fiziološki osnovi kinematografa 26
Fokus leće 47
Fokus zrcala 33
Fonograf — Edison 227
Formant 221
Formati filma 13
Fotoelektrički fotometar . 198
Fotografija u bojama . . . 38
Fotografska izradba filma . 22
Fotografska puška 11
Fotometri 198
Fotostanica 252
Fotostanica punjena plinom 254
Fotostanica, vakuum . . . 253
Frekvencija slike kod projekcije 29
Frekvencija stapanja slike 27
Frekvencija struje 127

Galvanski elemenat . . . 75
Geisslerova cijev 11
Glavni spoj, dinamo . . . 130
Goerz-Beck ugljeni 102, 111, 147
Golijat grlo 100
Gramofon 227
Granica podražaja 224

Hallwachsov efekt 252
Hefnerova svijeća 59
Historijski pregled 7
Hlađenje kompresorom . . 179
Homogeni ugljeni 102
Hughes-mikrofon 229
Hvataljka 159

Indirektna rasvjeta . . . 67
Indirektno grijanje cijevi . 243
Inducirane struje 123
Indukcija 122
Inflamable film 16
Instrumenti s mekim željezom 94
Iris zaslon 197
Ispravljač struje — suhi . 138
Ispravljač živinim parama 136
Istosmjerna struja 128
Izlazna vrata 69
Izlazni transformator . . . 244
Izmjenične struje 126
Izolator 82
Izradba filma fotografska . 22
Izrez slike 203
Izvor svjetlosti 31
Jakost rasvjete 61
Jakost tona 218

Kabina 150
Kalijev bikromat 24
Kalijev permanganat . . . 24
Kalijum stanica 254
Karakteristika cijevi . . . 233
Katoda 231
Kerr-stanica 246
Kilovat 78
Kinetoskop-Edison 143
Kinoprojektor 143
Kiveta 50, 182
Koda-chrome 45
Kodacolor 39
Kolektor 129
Kolodium ploče 10
Koluti za film 18
Komora za vlaženje . . . 180
Komorno »a« 219
Komplementarne boje . . 37
Kompresor 180
Komutator 128
Kondenzator mikrofon . . 229
Kondenzor 48
Konkavna leća 46
Konkavno zrcalo 32
Konveksna leća 46
Konvergentne zrake . . 34
Korisni efekt zvučnika . . 257
Kotva dinamostroja . . . 125
Kotva na bubanj 129
Kovni zastor 65
Kratki spoj 78
Kristalni mikrofon . . . 230

Leće 46
Litijum 253
Ljepilo za flim . . . 20, 210
Lom svjetlosti 34
Longitudinalni titraji . . . 34
Loši vodiči 82
Lučna svjetiljka 114
Luk s izmjeničnom strujom 104
Lumen 60
Lux 60

Magnetička igla 87
Magnetička puhaljka . . . 113
Magnetičko polje . . 89, 97
Magnetičko upisivanje tona 244
Magnetizam 87

Magnetoindukcija 123
Magnetovac 87
Magnetton 245
Mali film 17
Malteški križ 157
Masivni ugljen 102
Mechau projektor 171
Mehaničko upisivanje tona 244
Metoda intenziteta 246
Mignon grlo 100
Miješalo 244
Mikrofon 228
Mikrofon s vrpcom . . . 229
Mikrofonsko pojačalo . . 244
Minimax aparat 183
Mjerenje struje 139
Mjerenje svjetlosti 59
Mrežica cijevi 232

Namatanje filma 192
Namještanje slike 166
Namještanje zaslona . . . 187
Napetost paljenja 254
Napetost struje 75
Natpisi filma 210
Natrium 253
Negativ 23
Neprozirno tijelo 31
Nitrobenzol 247
Nitroceluloza 16
Nitroglicerin 177
Nitraphot-žarulja 208
Nitrotoluol 247
Nitrožarulje 100
Nivo smetnja 250
Nonflamfilm 16

Objektiv 51
Odbijanje svjetlosti . . . 32
Ohmov zakon 77, 140
Om 77
Opasnost od struje 140
Opasnost od vatre 177
Optička leća 46
Optička prizma 36
Optički fotometar 198
Optički zakoni 31
Optičko izjednačenje slike . 173
Optičko upisivanje tona
244, 245

Os zrcala 34
Oscilograf 249
Osigurač 140
Osjet svjetlosti 26
Osjetljivost foto-stanice . 255
Oštrina slike 185
Otklon magnetičke igle . . 90
Otpor žice 76
Otvoreni elemenat 75
Ozaphan film 215

Panhromatski materijal . 38
Panorama glava 202
Panorama snimke 202
Parabolično zrcalo 51
Paslika 27
Pastor aparat 183
Perforacija 12, 13
Permanentni magnet . . . 88
Phonopress-stanica 254
Piezoelektriciteta 230
Plameni luk 102
Plankonveksna leća . . . 46
Plastički film 70
Plemeniti plinovi 254
Pojačanje 239
Polarizator 247
Polarizirana svjetlost . 72, 246
Polovi elementa 75
Položaj ugljena 109
Poluvatna žarulja 101
Polje magnetičko 89
Postupak s filmom 18
Pozitiv 24
Pravilnik za polaganje
ispita 265
Prednapetost 242
Prehvat cijevi 233, 237
Prekretni film 197
Prematanje filma 19
Prenos energije 132
Pretvarač struje 136
Primarna uzvojnica . 123, 132
Priprema za snimanje . . 191
Pripremanje filma 209
Prizma 36
Projekcija 143
Projekcija amaterskog
filma 211
Projekcioni aparat . . . 151

Projekcioni zastor . . 55, 63
Propisi za vodove 120
Protiv svjetlosti, snimanje. 96
Prozirno tijelo 31
Prozorčić za sliku 163
Prozorčić zvučni 252
Prozračno tijelo 31
Psihološki osnovi 26
Puhaljka magnetička . . . 113
Puška fotografska 11

Radnja električne struje . 78
Rasap svjetlosti u prizmi . 36
Rasvjeta dvorane 67
Rasvjeta za nuždu 69
Razvijanje filma 25
Razvučena slika . . . 166, 187
Refleksija materijala . . . 66
Refleksija svjetlosti . . . 32
Reisz-mikrofon 229
Relativni otvor objektiva . 53
Remanentni magnetizam . 88
Reostati 80
Rezonancija 227
Risani film 201
Rubidijum 253

Sabirna leća 47
Sabirno zrcalo 34
Salata filmska 193
Sekundarna uzvojnica . . 123
Shunt 95
Silnice 89
Sinhroniziranje filma . . 251
Sinusoida 219
Slika od leće 52
Smetnje kod projekcije . . 184
Snimanje 196
Snimke protiv svjetlosti . 196
Spektar 37
Spektralne boje 37
Spojište filma 20
Sporedni spoj — dinamo . 130
Spremanje filma 22
Stereoskop 70
Stezaljka 162
Stilb 62
Strmina cijevi . . . 233, 236
Stroboskop 7, 26
Struja zasićenja 253

Suhi ispravljač 138
Suptraktivna metoda . . . 43
Svjetlina izvora svjetlosti . 62

Širenje svjetlosti 31

Tabele za eksponiranje . . 198
Tamno tijelo 31
Tautoskop 26
Technikolor 38
Teleobjektiv 207
Tempax-filter 182
Tempax-staklo 49
Temporarni magnet . . . 88
Titranje slike 184
Ton-svjetiljka 252
Toplina razvita strujom 84, 139
Transformator . . . 131, 243
Transformator za zvonce . 133
Transparentno tijelo . . . 31
Transverzalna metoda . . 246
Treperenje 27, 186
Triergon film 144, 228
Trik-filmovi 201
Trofazna struja 127

Udaralo 161
Uklopna ploča 122
Ukršteni Nicoli 247
Ulazni transformator . . . 244
Umjetno disanje 142
Upute za lučnu svjetiljku . 114
Uski film 17

Vakuum stanice 253
Varke identiteta 26
Vat 78
Vat-sat 78
Ventili za svjetlost . . . 246
Vidni kut 54, 204
Visina tona 218
Viši harmonički tonovi . . 220
Vlažni ugljeni 115
Vodljivost 82
Volt 77
Volta indukcija 124
Voltin elemenat 75
Voltmetar 93
Vratašca 163
Vrtiva uzvojnica 94

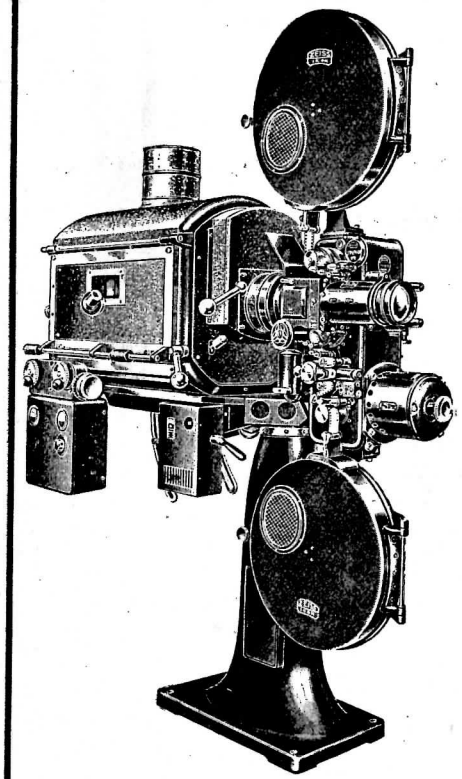
Zaklopac automatski . . . 168
Zakon refleksije svjetlosti . 32
Zakon o radnjama 258
Zakoni elektrotehnike . . 75
Zaslon 164
Zaslon, namještanje . . . 187
Zaštitne sklopke 87
Zaštitni bubanj 183
Zatvoreni element 75
Zrcalo eliptičko 51
Zrcalo paraboličko 51
Zrcalo sferno 32
Zupčasto pismo 249
Zvonce električno 91
Zvučni film . . 144, 217, 228
Zvučni prozorčić 252
Zvučnik 256
Zvučnik, korisni efekt . . 257

Žarište leće 47
Žarište zrcala 33
Živa slika 10

ZEISS IKON

ERNEMANN VII B

dokazano
najbolji i najmoderniji projektor
na čitavom svjetskom tržištu



za norm. tonfilm
•
široki film
•
film novog formata
•
plastični stereo-film
•
plastični zvučni film
•
hlađenje vodom
i zrakom

Glavno i jedino zastupstvo za Jugoslaviju

KINETIK J. Patačić, Zagreb

Ilica 31 - Telefon 77-97 Tražite prospekte i ponude!

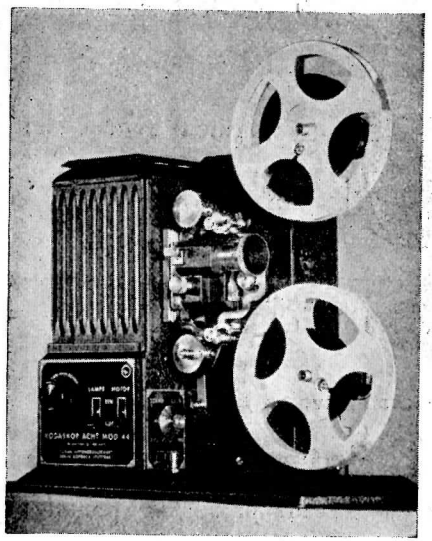
KODAK

CINE-APARATI I PROJEKTORI

16 i 8 mm

najpodesniji su za dom, društva i škole.

Cine filmovi za snimanje u crno-bijelom i u boji (Kodachrome). Za projekciju: bogati izbor kulturnih filmova, crteža (Micky), šale sa poznatim glumcima (Stanlio i Olio, Harold Lloyd, Charlie Chaplin) te igrokazi i drame.



Tražite ponude od tt.

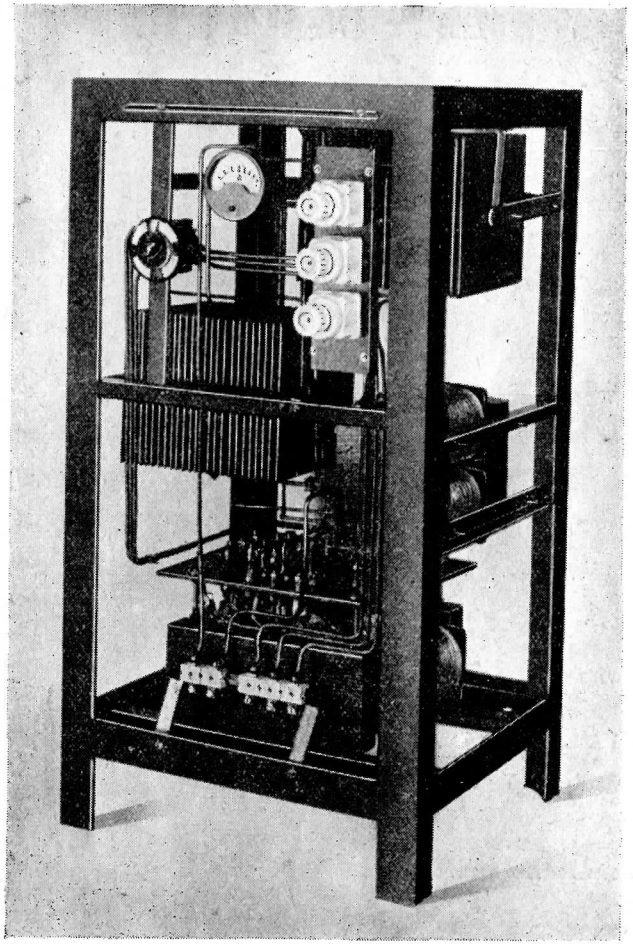
KODAK

d. s. o. j.

ZAGREB

Ilica 24

Suhi ispravljač za kino lučnice



Ovaj ispravljač opisan je na str. 138

Zatražite ponude i prospekte! **Cijena bez konkurence!**

KINETIK Jul. Pataćić, **Zagreb,** Ilica 31. Telef. 77-97

PAN FILM - UNITED ARTISTS

DONOSE SAMO
IZABRANE
ŠLAGERE
SVJETSKOG
GLASA!

Montirajte u svom kinu

TERTA

tonfilmsku aparaturu. Terta je najbolja, a usprkos tome najjeftinija aparatura, jer su kod njezine konstrukcije iskorišteni najnoviji tehnički pronalasci.

Tražite oferte! — Tražite reference!

Generalno zastupstvo:

PAN FILM
ZAGREB, Svačićev trg 11
Telefon 24-452

Niz godina donosi već

NAJVEĆE ŠLAGERE

svjetske filmske produkcije
sa

NAJVEĆIM STAROVIMA

platna,
djela

NAJVEĆIH REŽISERA

AVALA FILM

MARKA TRIUMFA I STALNOG NAPRETKA!

FOX MUVITON NOVOSTI

NAJSAVRŠENIJA TONFILMSKA
REPORTAŽA SVIJETA

ODLIČNI NUSPROGRAM

4 MODNA KRATKA FILMA
u tehnikoloru za svako godišnje doba

•

CRTANI FILMOVI U TEHNIKOLORU
I CRNO BIJELO

•

Dvočinske šale • Senzacije kamere • Čarobni satovi

20-TH CENTURY FOX

AEG

PROJEKTORI Euro-G u vezi sa Klangfilm aparaturama.

ISPRAVLJAČI sa živinom parom i cijevima sa užarenom katodom za lučne svjetiljke.

SUHI ISPRAVLJAČI sa selen-ćelijama za punjenje baterija.

ELEKTRIČNE PEĆI i radijatori za grijanje.

RASVJETNE ARMATURE za svaku svrhu po najnovijim načelima rasvjetne tehnike.

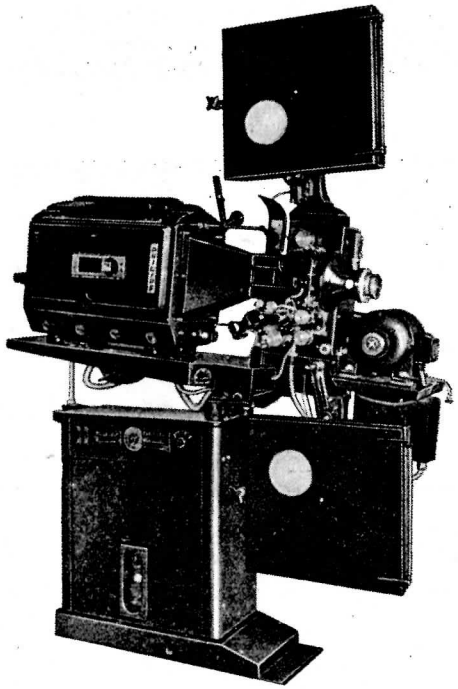
APARATURE ZA POZORNICE I TRANSFORMATORI za potamnjivanje.

Prvorazredne su kvalitete.

AEG-Union - Zagreb, Karadžićeva 1 Tel. 22051.

Split — Ljubljana — Sarajevo

TONFILMSKI UREDJAJI



PHILIPS JUGOSLOVENSKO A. D.

BEOGRAD, Uzun Mirkova ul. 2
ZAGREB, Martićeva ulica 14

U razmjerno kratko vrijeme 90 instaliranih aparata u raznim kinematografima zemlje dat će Vam obavještenja o našem kvalitetu.

DUGOROČNA OTPLATA
BESPLATAN SERVICE

BESPLATNA STRUČNA SAVJETOVANJA

ELEKTRO UDRUGA

IZVAĐA ELEKTRIČNE I TELEFONSKE CENTRALE I SVAKOVRSNE ELEKTRIČNE UREĐAJE ZA SLABU I JAKU STRUJU, PRODAJA ELEKTRIČARSKOG MATERIJALA TE SKLADIŠTE LUSTERA

ZAGREB

PREOBRAŽENSKA 1 (Prije Margaretska 1) TELEFON 59-91

Od požara filma i odgovornosti!

čuvaju Vas ***ORIGINAL PASTOR APARATI***

s kojima se jednostavno barata.

Nabavite domaći proizvod, svjetski odlikovane aparate PASTOR

OBRANA - PASTOR Gundulićeva ul. 9 ZAGREB

BOSNA FILM D. D., ZAGREB

Jelačićev trg broj 1 — Telefon 23-832

Najstarije filmsko poduzeće u državi.
Donaša godinama najbolje poslovne filmove.

PARAMOUNT-FILMOVI

PONOS SVJETSKE FILMSKE INDUSTRIJE

JUGOSLAVENSKO D. D. ZA PROMET PARAMOUNT-FILMOVA

ZAGREB, FRANKOPANSKA 5A

ZAGREB
Jelačićev trg
8, II.

ALFA FILM

Telefon 24-365
Telegrami:
ALFA-FILM
ZAGREB

NAJBOLJI NJEMAČKI
FILMOVI PRODUKCIJE
UNIVERSUM-FILM — BERLIN

NAJBOLJI AMERIČKI
FILMOVI PRODUKCIJE
RKO RADIO FILMS NEW-YORK

SAVRŠEN NUSPROGRAM:
UNIVERZUM ZVUČNI TJEDNIK • DISNEY-MICKEY I SILLY SIMFONIJE • ALFA KULTURNI FILMOVI

FRANJO SOLLAR
TRGOVINA ŽELJEZNOM ROBOM
ZAGREB

WARNER BROS. FILM
Dao nam je **PRVI TONFILM**
PRVI TEHN.KOLOR
WARNER BROS. FILM
Dao nam je **NAJVEĆE FILMOVE**
WARNER BROS. FILM
Izrađuje i nadalje **NAJVEĆE FILMOVE**

JUGOSLAV. SIEMENS D. D. BEOGRAD
Ulica Kralja Aleksandra 8

Dobavlja i montira

KLANGFILM

tonfilmske aparature, projekcione aparate i sav pribor za moderne kinematografe.

Najelitniji kinematografi rade sa **KLANGFILM** aparaturama!

SIEMENS KINO ODJELJENJE

ZA USKI FILM

Kamere za snimanje 8 i 16 mm širokog filma

Projektori za 8 i 16 mm široki film.

SAV PRIBOR.

Tražite za sve što Vas interesira opširne prospekte i cijene sa povoljnim uslovima.

„Lecyk"

ZAVOD ZA UTISKIVANJE
NATPISA NA FILMOVE K. D.

PRVI U JUGOSLAVIJI POSTOJEĆI
FILMSKI LABORATORIJ ZA IZ-
RADBU NATPISA NA FILMOVE

ZAGREB

TELEFON 24815 — KUKULJEVIĆEVA UL. 51

TUNGSRAM

Krypton
Krypton
Krypton
Krypton
Krypt
Krypton

KRYPTON

Najnovije sijalice daju snježno bijelo svijetlo pored
ZNATNE UŠTEDE
na struji.

TUNGSRAM

RADIO CIJEVI

daju odlične rezultate u svim vrstama evropskih i amerikanskih pojačala i pretpojačala.

TUNGSRAM tonlampe za sve vrste adaptera

TUNGSRAM akumulatorske sijalice za pomoćnu rasvjetu.

HENRY

FOTO ĆELIJE

POJAČALA, MIKROFONI

ZVUČNICI

Radio aparati svjetske marke

»HENRY« – Dr. F. Turković

ZAGREB, BAR. JELAČIĆA 7.

TEL. 24-373.

MINIMAX

PROIZVODNJA VATROGASNIH APARATA

Najsigurniji vatrogasni aparat

Hatzova ul. 25 ZAGREB Telefon 63-17

RYBÁK-FILM

ZAVOD ZA IZRAĐIVANJE FILMOVA

PRVI, NAJVEĆI I NAJMODERNIJI TONFILMSKI LABORATORIUM U ZEMLJI.

DEBRIJEVI APARATI NAJNOVIJE I NAJSAVRŠENIJE KONSTRUKCIJE.

PRECIZAN RAD I PRVORAZREDNA KVALITETA.

NAJHITNIJE IZVRŠAVANJE NARUDŽBI.

RAZVIJANJE SVIH VRSTA FILMSKIH NEGATIVA.

IZRAĐIVANJE SVIH VRSTA FILMSKIH NASLOVA.

KOPIRANJE NIJEMIH I TONSKIH KOPIJA, (KOPIJE SE RAZVIJAJU MAŠINSKIM PUTEM).

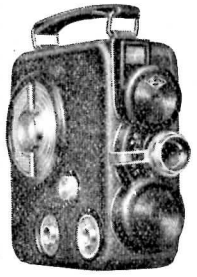
DUBLIRANJE FILM-KOPIJA.

IZRADA FILMSKIH FOTOSA.

Rybak

ZAGREB, DEŽELIĆEVA 21

TEL. 84-56 ČEK. RAČ. 31.125



KINO AMATERI

PREVRAT U KINEMATOGRAFIJI

Nijedan centimetar filma ne možete pokvariti ako snimate sa

EUMIG-kinokamerom

sa ugrađenim svjetlomjerom. Jedino sa EUMIG-kamerom možete za vrijeme snimanja regulirati ispravnost ekspozicije filma. Dobije se u svim fototrgovinama ili izravno kod glavnog zastupstva za Jugoslaviju, kod tt.

Griesbach i Knaus - Zagreb, Jurišićeva 1

Zatražite ponude i cjenik.

CINEMECCANICA MILANO

Glavno zastupstvo tonfilmskih projektora, pojačala i zvučnika

CINEMECCANICA

MILANO

Najsavršeniji najmoderniji kino uređaji. Cijene bez konkurence, tražite prospekte i ponude. Glavno zastupstvo za Jugoslaviju:

ZORA FILM

Strosmajerov trg 8 **ZAGREB** Telefon 67-39

1924/1925 — 1938/1939

Jubilarna produkcija

najvećeg američkog filmskog poduzeća

METRO-GOLDWYN-MAYER

obuhvata slijedeće

najveće senzacije i šlagere sezone:

MARIE ANTOINETTE
Norma Shearer — Tyrone Power

OSAM VALCERA (GREAT WALTZ)
Luise Rainer - Miliza Korjus - Frenand Gravet

BESPRIZORNI
Spencer Tracy — Mickey Rooney

TAJNA AMAZONE
Clark Gable — Myrna Loy

PJESMA HONOLULU
Eleanor Powell — Robert Young

U pripremi:

LJUBAVNICI (SWEETHEARTS)
Jeanette MacDonald — Nelson Eddy

te konačno

najnovija atrakcija jubilarne produkcije

FILMOVI PORODICE HARDY

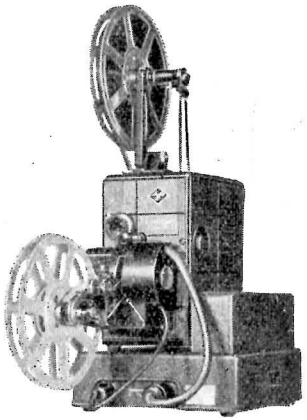
Metrofilmovi su garancija za sjajnu zabavu i vanredan uspjeh.

Sve za kino u kući

Agfa

Aparati za snimanje
16 i 8 mm

Aparati
za projekciju
16 i 8 mm
za tonske i
nijeme filmove



Odio za posuđivanje filmova

Agfa

kine-filmovi za snimanje
crno-bijeli i Color
za sve aparate

Razvijanje Agfa uskih kine-filmova u Zagrebu

Za razvijanje slati filmove na:

AGFA-FOTO odio tt. „JUGANIL" K. D.
ZAGREB, Svačićev trg 6

CARBON SHIP

je nenadmašivi engleski
projekcioni ugljen!

TRAJAN
EKONOMIČAN
ODLIČAN

Ako još niste pokušali najbolji engleski ugljen **CARBON SHIP,** naručite **odmah** pokusnu količinu!

CARBON SHIP u svim dimenzijama, uz vrlo povoljne cijene u svako doba možete dobiti kod

MERKUR FILM
ZAGREB, Gundulićeva ulica 3 — Telefon br. 24-404

SVE VRSTE SIJALICA

od 20 V—260 V
od 5 W—2000 W

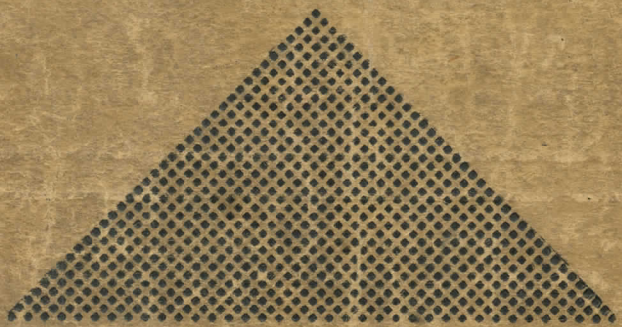
U PRVORAZREDNOJ KVALITETI
IZRAĐUJE

DIS

DOMAĆA INDUSTRIJA SIJALICA
ZAGREB

FOTO

KINO



PROJEKTORI

FOTO CORSO

ZAGREB, ILICA 25